This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

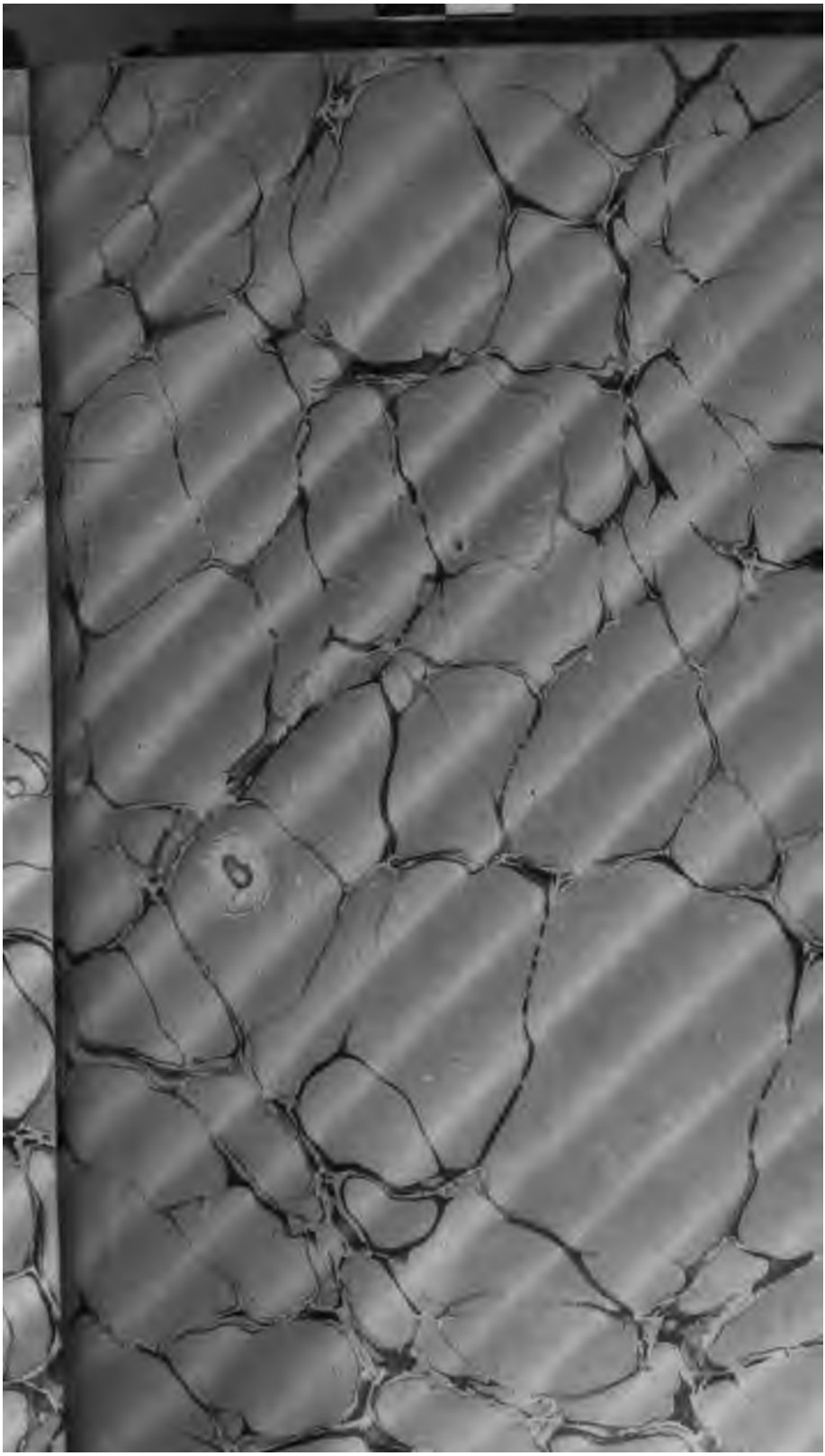
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

98

Library of the University of Michigan
Bought with the income
of the
Ford - Messer
Bequest



S 6788.
A3

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

PARIS. — ÉDOUARD BLOT, IMPRIMEUR, RUE BLEUE, 7

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE.

Tome vingt-huitième. Deuxième série.

1870 à 1871

PARIS

AU SIÉGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7.

—

1871

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 7 novembre 1870.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Hébert demande que la Société, à cause de la situation grave et douloureuse dans laquelle se trouve Paris, suspende ses séances.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. P. Gervais, Chaper, etc., cette proposition n'est pas adoptée.

Le Président annonce ensuite la présentation de M. de LAURENCEL, ancien officier de marine, rue des Écoles, 18, présenté par MM. P. Gervais et Jannetaz.

Cette présentation devait être faite à la réunion extraordinaire de Nice; cette réunion n'ayant pu avoir lieu, le Président propose à la Société de voter l'admission immédiate de M. de Laurencel. Cette proposition est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Pierre Desguin, *Étude sur le Maroc*, accompagnée de deux cartes et de sept figures dans le texte; in-8°, 55 p., Anvers, 1870, chez J.-E. Buschmann.

De la part de M. Michel Mourlon, *Esquisse géologique sur le Maroc*, in-8°, 18 p., 1870.

De la part de M. Eugène Robert, *Physionomie de nos contrées et particulièrement du bassin de Paris avant et pendant la première apparition de l'homme*, in-8°, 19 p., 1870.

De la part de M. Ad. Watelet, *le Bassin de Paris. Recueil de mémoires relatifs au bassin tertiaire de cette région et à l'époque*

238474

tigation of abortion in Cows, in-8°, 20 p., 1870, Albany, chez Ch. Van Benthuysen et Sons.

De la part du Geological survey of the state of New Jersey :

1° *Geology of New Jersey*, par George H. Cook, un vol. in-8°, 1868, Newark;

2° *Maps 1° of the Azoic and Paleozoic formations, 2° of the triassic formation, 3° of the Cretaceous formation, 4° of the tertiary and recent formations, 5° of a group of Iron mines in Morris County, 6° of the Ringwood Iron mines, 7° of the Oxford Furnace Iron Ore Veins, 8° of the Zinc mines of Sussex country.*

De la part de M. Antonio d'Achiardi, *Sopra alcuni minerali e rocce del Perù. Lettera di A. d'Achiardi à Carlo Regnoli*, in-8°, 23 p., 1870, Pisa, chez Pieraccini.

De la part de M. G. Giuseppe Bianconi, *Osservazioni sur femore e sulla tibia di Aepyornis recentemente scoperti dal sig. Alfredo Grandidier*, in-4°, 24 p., 4 pl., Bologna, 1870, chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. G. Antonio Bianconi, *Il Sahara e gli antichi ghiacciai*, in-4°, 24 p., 1870, chez les mêmes.

De la part de M. A. E. Reuss :

1° *Uber tertiäre Bryozoen von Kischenew in Bessarabien*, in-8°, 9 p. et 2 pl., 1869.

2° *Paläontologischen studien über die älteren tertiärschichten der Alpen. — 2° Abtheilung, Die fossilen Anthozoen und Bryozoen der schichtengruppe von Crosara*, in-4°, 86 p., 20 pl., 1869, Vienne.

Recueil des travaux de la Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure (III° série), t. IX, années 1864-68, Evreux, 1870.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, in-8°, 2° année, 1869.

Annales des Mines, 6° série, t. XVII, 1870, in-8°.

Gazette médicale d'Orient publiée par la Société impériale de médecine de Constantinople. — (Des fossiles du calcaire dévonien du Bosphore, par le docteur Abdullah Bey), in-4°, juin 1870.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1869, n° 1 à 4, Moscou.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, VIIe série, t. XIV, 1869.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, t. XIV, 1869.

Le Président donne lecture d'une circulaire récemment envoyée, et par laquelle les membres sont invités à payer leur cotisation de 1870 et même par anticipation celle de 1871. Cette mesure est nécessitée par les dépenses qu'a entraînées l'installation de la Société dans le local où elle est aujourd'hui réunie.

A cette occasion, le Président exprime à M. Danglure toute la reconnaissance de la Société pour les peines qu'il s'est données pour cette installation, et pour l'obligeance avec laquelle il offre de remplir les fonctions d'agent pendant cet hiver. Ces paroles sont accueillies par d'unanimes applaudissements.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. de Roys :

Je demanderai la permission de répondre en quelques mots à l'accusation de M. Fabre, dans la séance du 16 mai dernier, d'avoir voulu ranger dans la formation d'eau douce supérieure aux sables de Fontainebleau, un poudingue quartzeux manganésifère. L'assise dont j'ai parlé, formant le sous-sol des étangs d'Hollande et, malheureusement pour les propriétaires, de la plaine de Corbet contiguë à la forêt de Rambouillet, d'une stérilité déplorable, est une assise calcaire renfermant une quantité considérable de pisolites de fer hydraté, dont la poussière assez noire m'a fait présumer la présence du manganèse. Je le répète, la roche est calcaire, nullement quartzeuse. Son *faciès* et sa cassure m'ont paru devoir la faire regarder comme un calcaire d'eau douce, et, en la faisant dissoudre dans l'acide acétique, je n'y ai point trouvé de silice. L'assise est continue, atteignant quelquefois jusqu'à 50 centimètres de puissance, plus ordinairement 30, et n'est point en fragments épars. De plus, je n'ai point trouvé sur ce plateau ces cailloux de quartz

laiteux, communs dans la plaine de Trappes, à un niveau très-inférieur. Je crois donc être pleinement justifié à cet égard.

La présence du manganèse n'est pas exclusivement dans le diluvium des environs de Paris. Depuis très-longtemps, le duc de Luynes avait signalé à Orsay des grès colorés par du fer manganésifère et cobaltifère, et il y a une trentaine d'années que j'ai présenté à la Société des rognons de la même substance, provenant d'une assise d'argile qui recouvre immédiatement les grès de Fontainebleau à la montagne de Train, près Moret.

Les critiques de M. Munier-Chalmas, auxquelles M. Fabre fait allusion, portaient sur la distinction des deux assises de calcaires d'eau douce supérieures aux sables de Fontainebleau, séparées par une assise de marnes vertes et jaunes, dans les buttes de Rumont, Bromeilles, etc., à l'ouest de Nemours. Cette distinction a été reconnue en 1837 par Constant Prévost, dans une course où il était accompagné par M. Lajoye et moi. Il en a consigné le résultat dans une coupe théorique insérée au *Bulletin*, tome VIII, 1re série, page 288. L'assise supérieure aux marnes, véritable calcaire de Beauce, est caractérisée par une assez grande abondance d'hélices; l'inférieure n'en présente point. Les faunes sont donc très-différentes. J'ai proposé pour ce dernier calcaire le nom de calcaire du Gatinais. J'ai habité vingt ans cette province dont il couronne tous les plateaux, et, malgré toutes mes recherches, je n'y ai jamais rencontré une hélice, non plus que dans la carrière de Fontainebleau, sur la route de Paris. Je n'affirme pas qu'il ne puisse s'y en trouver, mais elles y sont certainement très-rares, puisque je n'en ai jamais rencontré pendant vingt ans de recherches assidues.

M. Paul Gervais met sous les yeux de la Société treize planches inédites de Poissons fossiles laissées par feu M. Victor Thiollière, et fait à ce sujet la communication suivante :

Sur les Poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du Bugey; par M. Paul Gervais.

Le principal gisement de fossiles coralliens (1), appartenant à l'embranchement des vertébrés, que l'on connaisse en France, est celui des calcaires lithographiques de Cirin, localité située dans le Bugey (département de l'Ain). Les fossiles qu'on y recueille méritent une attention particulière, et M. Victor Thiollière, qui avait si bien compris l'intérêt que leur étude peut offrir à la science, en avait réuni une collection considérable qu'il a léguée au Musée de Lyon (2). La comparaison de ces fossiles rentrant tous, jusqu'ici, dans la classe des Reptiles ou dans celle des Poissons, avec ceux que l'on trouve en Bavière dans les dépôts de la même époque géologique, particulièrement à Solenhofen, à Papenheim, à Kelheim, etc., peut en effet conduire à des conclusions importantes; et, d'ailleurs, si beaucoup des espèces qu'on y reconnaît sont communes aux deux pays, il en existe quelques-unes à Cirin qu'on n'a point observées dans les autres localités.

En attendant que le Muséum de Paris ait réuni des fossiles de Cirin dignes d'être placés sous les yeux du public, je crois utile de rappeler ici les noms des espèces que M. Thiollière a signalées dans cette riche localité et le titre des publications qu'il leur a consacrées.

En 1854, ce savant a fait paraître la première livraison du bel ouvrage consacré par lui aux animaux dont il s'agit (3). Il avait précédemment publié deux Mémoires sur le même sujet (4) et, plus récemment, il a inséré, dans les *Bulletins de la Société géo-*

(1) Quelques géologues attribuent au kimmeridien le gisement dont il s'agit; M. le professeur Lory, de la faculté de Grenoble, est de ce nombre.

(2) Cette collection s'est enrichie, par les soins de M. le professeur Jourdan, d'un nombre considérable de pièces, et elle ne le cède point aujourd'hui à celle des fossiles analogues, découverts en Bavière, qui sont réunis au Musée de Munich.

(3) *Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey.* Paris et Lyon, in-fol., avec 10 pl.

(4) *Première notice sur un nouveau gisement de Poissons fossiles dans le Jura du département de l'Ain.* (*Annales de la Soc. nat. d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon*, 2e série, t. 1, p. 43 à 66; 1849.)— *Seconde notice sur le gisement et sur les corps organisés fossiles des calcaires lithographiques dans le Jura du département de l'Ain*, comprenant la

logique, une dernière Note (1) relative au même objet. Elle a paru dans le Compte rendu de la Session extraordinaire tenue par cette Société à Nevers en septembre 1858.

L'auteur discute, dans cette dernière Note, la possibilité d'appliquer la méthode ichthyologique de Cuvier à la classification des fossiles dont l'examen avait attiré son attention. Il y annonce en même temps la publication prochaine d'une seconde livraison de la Description des espèces fossiles du Bugey commencée par lui en 1854. Douze planches exécutées sous ses yeux, dans le même format et avec le même soin que celles parues à cette date, furent alors présentées par lui en épreuves à la Société. Malheureusement, ces planches n'ont pu être livrées à la publicité avant la mort de M. Thiollière, et il y avait tout lieu de craindre qu'elles n'eussent été détruites depuis lors. La science n'aura pas à regretter cette perte. Le tirage entier des planches nouvelles de M. Thiollière était resté dans une pièce obscure du logement qu'avait occupé ce savant, et avec ce tirage il a été trouvé une treizième planche, probablement lithographiée après les autres. Elle sera jointe au fascicule que l'auteur se proposait de faire paraître. Espérons que les circonstances permettront de livrer bientôt cet atlas au public.

En m'occupant de ce travail, dont la famille de M. Thiollière a bien voulu me confier l'exécution à la demande de nos collègues MM. Dumortier, Falsan et Chantre, j'ai été conduit à dresser préalablement la liste complète des espèces signalées par M. Thiollière à Cirin. Je donne aujourd'hui cette liste en y joignant les nouvelles indications qu'elle comporte sous le double rapport de la bibliographie et de la synonymie.

Voici cette liste (2) :

---

description de deux Reptiles inédits provenant de ces couches, par M. Hermann de Meyer. (Lyon, 1851, in-4° de 80 pages, avec 2 pl.)

(1) *Notice sur les Poissons fossiles du Bugey et sur l'application de la méthode de Cuvier à leur classement* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, Réunion extraordinaire à Nevers, 1858.)

(2) L'indication 1re *Notice* renvoie à la première Notice publiée en 1848 ; le n° qui suit cette indication est celui sous lequel il est parlé de l'espèce dont il s'agit. — L'indication 2e *Not.* indique le renvoi à la deuxième Notice publiée en 1851 ; le n° de l'espèce y est également indiqué. — 1re *livr.* reporte le lecteur à la 1re livraison de la *Description des Poissons fossiles du Bugey* (1858), et 2e *livr.* à la 2e livraison, restée inédite, du même ouvrage, qui a motivé la présente note.

1. GANOI CYCLIFÈRES.

Leptolepis sprattiformis, Ag. (1re Notice, n° 6 et 2e No
Leptolepis, espèce indéterminée (1re Not., n° 7).
Thrissops salmoneus, Ag., ou *Th. mesogaster*, id. (1re N
n° 26).
Thrissops formosus, Ag. (2e Not., n° 27).
— *cephalus*, Ag. (2e Not., n° 28).
— *Heckeli*, Thioll. (1re livr., pl. 10, fig. 1).
— *Regleyi*, Thioll. (1re livr., pl. 10, fig. 2).
Megalurus idanicus, Thioll. (2e Not., n° 25).
— *Damoni*, Egerton (1) (2e livr., pl. 18).
— , esp. indét.? (2e livr., pl. 8, fig. 1).

2. GANOIDES CÉLACANTHES.

Undina striolaris, Ag. (1re Not., n° 10; 2e Not., n°
— *cirinensis*, Thioll. (1re livr., p. 10).

3. GANOIDES RHOMBIFÈRES.

Belonostomus sphyrenoides? Ag. (1re Not., n° 8).
— *tenuirostris*, Ag. (2e Not., n° 31).
— *Munsteri*, Ag. (2e Not., n° 32).
Notagogus Imimontis, Thioll. (2) (2e Not.; 2e livr., pl.
— *Margaritæ*, Thioll. (3) (2e livr., pl. 6, fig.
Pleuropholis (2e livr., pl. 6, fig. 5).
— (2e livr., pl. 6, fig. 6).
Lepidotus notopterus, Ag. (2e Not., n° 11; 2e livr., p
— *Itieri*, Thioll. (2e livr., pl. 3).
— (2e Not., n° 12).
Histionotus Falsani, Thioll. (4) (2e livr., pl. 5, fig. 1).
Ophiopsis Guigardi, Thioll. (5) (2e livr., pl. 7, fig. 1)
— *macrodus*, Thioll. (2e Not., n° 22).
— *attenuata* (6), Wagn. (2e livr., pl. 8, fig. 2)
Callopterus (7) (*Hyporachiurus*) *Agassizi*, Thioll. (2e li

---

(1) Le même que le *Megalurus affinis*, A. Wagn.,

(2) A. Wagner ne séparait pas cette espèce du *Nota* Ag.. M. Zittel partage cet avis.

(3) *Soc. géol.*, Réunion extr. à Nevers, 1858, p. 119.

(4) *Histionotus angularis*, Philip Egerton. (Thioll., extr. à Nevers, 1858, p. 119.)

(5) M. Zittel me communique qu'il a retrouvé cette dans le gisement de Kelheim.

(6) Ne diffère pas des échantillons provenant de Kell

(7) En signalant ce genre pour la première fois (*Soc.*

Pholidophorus macronyx? Ag. (1re Not., n° 1. — 2e Not., n° 13).
— (2e Not., n° 14).
— (2e Not., n° 15).
Caturus furcatus, Ag. (1re Not., n° 2; 2e livr., pl. 12, fig. 1).
— *elongatus?* Ag. (1re Not., n° 3; 1er livr., pl. 12, fig. 2).
— *latus*, Munst. (2e Not., n° 16; 2e livr., pl. 12, fig. 3).
— *velifer*, Thioll. (1). *Cat. segusianus* (2e Not., n° 19; 2e livr., pl. 10, fig. 1, 2).
— *Driani*, Thioll. (2e Not., n° 20).
— (1re Not., n° 4).
Attakeopsis Desori, Thioll. (2) (2e livr., pl. 11).
Amblysemius bellicianus, Thioll. (2e Not., n° 21).
Disticholepis Dumortieri, Thioll.; *D. Gervaisii*, Dumortier? (2e livr., pl. 6, fig. 1).
— *Fourneti*, Thioll. (2e Not., n° 9; 1re livr., pl. 8).
Macrosemius rostratus, Ag. (1re Not., n° 9; 2e Not., n° 7; 2e livr., pl. 5, fig. 2).

---

traord. à Nevers, 1858, p. 120), M. Thiollière le définit ainsi : « Rentre dans la famille des Chondrorachidés ou Hémichondriens, si nombreux dans les terrains secondaires et paléozoïques; mais se distingue de tous les autres genres en ce que la colonne vertébrale, fortement relevée à son extrémité, présente une extrême inégalité de développement des arcs inférieurs par rapport aux arcs supérieurs des vertèbres caudales. » « C'est, ajoute-t-il, le type le mieux caractérisé de l'hetérocercie de l'axe vertébral, quoique la caudale soit à peu près équilobe. La peau est nue, sauf au-dessus et au-dessous de la queue, où de petites écailles ganoïdiques garnissent la base de deux rangées de gros piquants qui précèdent la nageoire caudale. » Ce genre de Poissons n'a pas encore été observé en Bavière.

(1) Également de Bavière, gisement de Solenhofen.

(2) M. Thiollière (*Soc. géol.*, Réunion extraord. à Nevers, 1858, p. 120), dit de ce genre qu'il se rapproche des *Megalurus* et des *Oligopleurus*, en ce que son squelette est complétement ossifié et que ses écailles sont cycloïdes, mais que la forme de la tête offre la plus grande ressemblance avec celle des Salmonoïdes. M. Zittel me fait remarquer que ce poisson paraît être congénère de celui que M. A. Wagner a nommé de son côté *Macrorhipis* dans sa *Monographie des poissons fossiles des calcaires lithographiques de la Bavière* (*Acad. de Munich*, 1863, p. 113), et dont ce savant a décrit deux espèces, le *M. Munsteri* et le *M. striatissima*, déjà signalé par Munster sous le nom de *Pachycormus striatissimus*.

La comparaison des figures exécutées par M. Thiollière avec celle que donne A. Wagner de la première des deux espèces décrites par lui, ne me paraît laisser aucun doute sur l'identité des *Attakeopsis* et *Macrorhipis*, qui devront conserver le nom donné par M. Thiollière, puisqu'il est le plus ancien. Quant à l'espèce trouvée à Cirin, il est encore difficile de décider si elle diffère réellement du *M. Munsteri*.

— *Helenæ*, Thioll. (1re Not., n° 8).
Eugnathus prælongus, Thioll. (2e Not., n° 23).
Pycnodus Sauvanausi, Thioll. (2e Not., n° 4; 1re livr., p.
— *Bernardi*, Thioll. (1re livr., p. 17, pl. 5).
— *Itieri*, Thioll. (2e Not., n° 5; 1re livr., p. 22, pl.
— *Wagneri*, Thioll. (1re livr., p. 23, pl. 7, fig. 1).
— *Egertoni*, Thioll. (1re livr., p. 24, pl. 7, fig. 2).
Gyrodus macrophthalmus? Ag. (1re livr., p. 25).
Microdon elegans, Ag. (1re Not., n° 11 et 2e Not., n° 2).
— *hexagonus*? Ag. (1re Not., n° 12 et 2e Not., n° 2?
— *comosus*, Thioll. (1) (*Soc. géol.*, Réunion à Nevers
2e livr., pl. 2, fig. 2).
— *gibbosus*, Wagn. (*Soc. géol.*, Réunion à Nevers,
Mesodon gibbosus, Wagn. (*Soc. géol.*, Réunion à Nevers,

4. PLACOIDES RAJIDÉS.

Spathobates bugesiacus, Thioll. (2) (1re Not., n° 18; 2e Not.
1re livr., p. 7, pl. 1 et 2).
Belemnobates Sismondæ, Thioll. (1re livr., p. 8, pl. 3, fig. 1)
Rhinobates? (2e livr., pl. 1, fig. 2).
Phorcynis catulina, Thioll. (1re livr., p. 9, pl. 3, fig. 2).

Séance du 21 novembre 1870.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procè la dernière séance, dont la rédaction est adopt

M. Paul Gervais expose les résultats de trois qu'il vient de publier dans les *Nouvelles archives d'histoire naturelle*, au sujet des formes cérébral aux mammifères marsupiaux, édentés et car comparaison de plusieurs genres éteints, appar différents groupes, avec ceux qui ont encore de tants, l'a conduit à leur égard à des remarqu mettront de mieux en apprécier les affinités z

(1) Cette espèce ne paraît pas avoir encore été trouvée en

(2) Ainsi que l'avait signalé M. Thiollière, cette espèce sem coup d'analogie avec l'*Asterodermus platypterus*, Ag., et l' mander si elle en diffère réellement.

Ces observations ont particulièrement trait au *Thylacoleo*, fossile en Australie, au *Megatherium*, au *Mylodon*, au *Scelidotherium* et au *Glyptodon*, propres à l'Amérique méridionale, ainsi qu'à l'*Hyænodon* et à l'*Arctocyon* qui ont vécu en Europe. En ce qui concerne ces derniers, l'auteur établit que si l'*Hyænodon* doit être classé parmi les monodelphes, comme il l'avait précédemment admis, c'est au contraire parmi les marsupiaux qu'il faudra probablement placer l'*Arctocyon*, qui est le plus ancien carnassier observé dans les terrains tertiaires.

Ces Mémoires de M. Paul Gervais sont accompagnés de planches; ils seront suivis de plusieurs autres consacrés au reste des animaux de la même classe.

M. de Lapparent expose quelques-uns des résultats des courses qu'il a faites cet été dans le nord du bassin de Paris.

Séance du 5 *décembre* 1870.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. Parran met sous les yeux de la Société deux photographies des eaux d'Hamman-Meskoutin (cercle de Guelma) et communique la note suivante :

Aperçu géologique du bassin de Belmez (Andalousie); par M. Parran.

Chargé, il y a quatre ans, d'études industrielles dans une partie de l'Andalousie, et notamment dans le bassin houiller de Belmez, j'ai consacré une semaine à l'étude générale de ce bassin, dont la constitution géologique n'avait fait, à ma connaissance, l'objet d'aucune publication suffisante pour faire apprécier nettement les différents étages qui le composent.

Je n'ai pu, dans un temps si limité, suivre les assises et les

limites des étages dans tous leurs détails ; j'ai dû me borner aux caractères généraux. C'est donc une simple esquisse que je présente ici, destinée à donner quelques points de repère précis, et à indiquer comment j'ai décomposé le terrain houiller de Belmez, que le manque de travaux suivis, la rareté des affleurements et des coupes masqués par un manteau détritique, rendaient assez confus de prime abord.

Le bassin carbonifère de Belmez forme une bande allongée dans son ensemble du N. 60° O. à S. 60° E., sur une longueur de 60 kilomètres environ, depuis Fuente Obejuna à l'ouest jusqu'au delà de Villaharta à l'est.

Le plan le plus complet que nous ayons vu, en 1866, sur l'ensemble du bassin, est un plan inédit au dix-millième, dressé sous la direction de M. Meliton Martin, ingénieur, et sur lequel sont tracés les limites du terrain houiller, les îlots de calcaire carbonifère et la plupart des puits de recherche. Toutefois, ce plan ne renferme pas les extrémités est et ouest du bassin ; il s'arrête avant Villaharta d'une part, et au ravin de la Parilla d'autre part. Les ingénieurs des mines espagnols travaillaient, de leur côté, à dresser un plan de toutes les parties concédées, et à y placer les Pertenences officiellement reconnues. Ce travail important fixera d'une manière définitive le cadastre minier du bassin de Belmez.

La largeur moyenne de la bande houillère est d'environ 3 kilomètres ; elle se réduit à quelques centaines de mètres à Espiel et vers les extrémités du bassin ; elle atteint son maximum de 5 kilomètres environ, vers le milieu du même bassin, à la hauteur de Villanueva del Rey.

La formation qui nous occupe paraît actuellement isolée et encaissée de toutes parts dans les schistes et quartzites siluriens, mais il n'en a certainement pas toujours été ainsi ; elle devait, à l'origine, se rattacher aux roches carbonifères de Lerena, des environs de Séville et de Cordoue. L'examen de la carte de M. de Verneuil suggère naturellement cette opinion, confirmée sur place par des îlots carbonifères échelonnés entre les masses principales figurées sur la carte. Un de ces îlots les plus remarquables est celui sur lequel s'élève le *Castillo del Vacar*, entre Espiel et Cordoue, dont nous évaluons approximativement l'altitude à 800 mètres, tandis que l'altitude moyenne du bassin houiller de Belmez est d'environ 500 mètres.

L'orographie du bassin houiller de Belmez est remarquable par sa simplicité. Les diverses assises présentent une direction constante N. 60° O. à S. 60° E., avec une plongée uniforme vers le sud. Un cours d'eau principal, le Guadiato, coulant de l'ouest à l'est, suit, à peu de chose près, et sauf une inflexion locale dans le territoire de Villanueva, la limite sud de la formation carbonifère, tandis qu'un assez grand nombre d'arroyos, ravins desséchés et peu profonds, suivant une direction moyenne de N. 20° O., forment quelques tranchées naturelles à travers bancs qui permettent au géologue de reconnaître la succession des couches, masquée ailleurs presque partout par une épaisseur de plusieurs mètres de terrain de transport ou par la végétation.

Un des traits les plus saillants de la localité, c'est l'existence de deux séries parallèles d'îlots de calcaire carbonifère qui surgissent brusquement et contrastent par leur profil hardi avec les légères ondulations du sol houiller.

La première série de ces îlots commence à la mine San Rafael, sur le ravin de la Parilla, et se poursuit jusqu'au delà de Belmez, à la mine *del Trajano*, sur une longueur d'environ 10 kilomètres. Le plus remarquable est le piton conique sur lequel se dresse le Castillo de Belmez, qui domine tout le pays et atteint l'altitude de 630 mètres environ.

La deuxième série, orientée comme la première et comme l'ensemble du bassin, se trouve à 1 kilomètre environ au sud de la première ; mais au lieu de disparaître comme elle, aux environs de Belmez, elle règne sur toute la longueur de la bande houillère, jusqu'au delà de Villaharta, où elle est recoupée par la nouvelle route d'Almaden à Cordoue. La Sierra Palacios, au sud-est de Belmez, le Cerro de la Calera, au sud d'Espiel, et la crête du Cerro Cabello, au sud-ouest de Villaharta, appartiennent à cette série. Nous estimons au moins à 700 mètres l'altitude de ces crêtes calcaires qui présentent une plongée générale vers le sud. Quant au calcaire lui-même, il est dur, d'un gris plus ou moins foncé, avec veines spathiques blanches, souvent ferrugineux; il renferme de nombreuses tiges d'encrines, des *Productus* et autres fossiles caractéristiques; je signalerai comme une des localités les plus fossilifères celle dite Piedras Calizas entre Belmez et Espiel.

Le bassin qui nous occupe repose au nord sur des chaînes siluriennes dérivant de la Sierra Morena, et au sud sur celles qui forment la Sierra de los Santos. Je me bornerai à citer,

dans cette dernière Sierra, les mines de fer et de cuiv
trouvent à 15 kilomètres environ au sud de Belmez.
phyres rouges et verts qui constituent dans cette
Sierra de los Santos, présentent une apparence de s
tion, et plusieurs bancs sont imprégnés de fer oligiste e
écailleux et radiés. Ces bancs sont recoupés en mêm
par des filons de quartz, de baryte sulfatée et de cuiv
teux, dirigés 75 degrés à l'est du nord magnétique. I
des cristaux de sulfate de baryte est moulée dans le q
dans les filons on voit que la première de ces deux su
se trouve intercalée entre deux bandes de la seconde. (
ont été exploités à une époque très-reculée, car on y
des outils en pierre, sortes de marteaux ou de ha
pouvaient servir à tailler le bois ou à casser les moc
minerai. La mine de la Philippine, à laquelle se ra
les faits ci-dessus, présente un très-remarquable
quartz cristallisé violet, formant des géodes avec de ti
pointements.

C'est dans cette dépression allongée et comprise
Sierra Morena et celle de los Santos, que s'est déposé
au moins en partie, le calcaire carbonifère, suivant l
duquel s'est ensuite moulé le terrain houiller. Enfin l'
des dépôts carbonifères a été affecté par des mou
communs qui ont eu pour résultat le redressement et
ment des couches, ainsi que l'ablation d'une partie c
ble de dépôts dans les régions les moins résistantes,
culièrement dans l'ouest du bassin.

Nous avons distingué dans la composition du terra
ler de Belmez et indépendamment du calcaire ca
ci-dessus mentionné, les divisions suivantes en allan
en haut:

Poudingues et conglomérats de la base (n° 1).

Faisceau charbonneux de la Terrible (n° 2).

Faisceau charbonneux de la Cabezza de Vacca (n° 3

Faisceau charbonneux du Guadiato et de la Baliesta

Ces quatre divisions ou sous-étages se montrent et
vrent successivement quand on marche du nord au su
par suite du pendage uniforme et général de toutes l
vers le sud, il n'y a pas de relèvement vers le sud, de s
nord c'est le n° 1 qui repose sur les schistes silurien
cordance apparente, et au sud c'est le n° 4 qui vient b
tre des schistes de la formation silurienne. La sépar

n° 4 et des schistes siluriens peut être bien observée vers l'extrémité est du bassin, dans les déblais de la nouvelle route d'Almaden à Cordoue. Les schistes houillers sont brusquement redressés et plissés au contact. C'est une disposition qu'on retrouve dans un assez grand nombre de bassins houillers; concordance apparente avec les terrains inférieurs sur l'un des bords; discordance très-nette et failles sur le bord opposé (Gard, Loire, Hérault).

Examinons maintenant chacune des divisions ou sous-étages ci-dessus.

1° *Poudingues et conglomérats de la base.* — La lisière nord du bassin est bordée par une bande continue de poudingues à fragments siliceux arrondis, souvent très-volumineux, composés exclusivement de schistes, quartzites,... mais n'ayant jamais offert à mes recherches des galets calcaires. Les poudingues présentent une plus grande extension aux affleurements, entre Belmez et Peñarroya, que dans les autres localités. Ils sont, dans leurs parties inférieures, vigoureusement colorés en rouge lie de vin. On les observe parfaitement dans la partie haute des ravins de la Hontanilla de San Gregorio, où ils ont plus de 100 mètres d'épaisseur. A Espiel, ils passent à une véritable brèche à fragments anguleux, sur laquelle est bâtie une partie du village.

Je ne saurais affirmer que la totalité de ces poudingues est postérieure au calcaire carbonifère. La relation directe est impossible à observer dans les environs de Belmez; l'absence des éléments calcaires dans les poudingues, et l'existence constatée par nous, d'autre part, à 2 kilomètres au nord de Villafranca (station de la ligne de Cordoue, bassin du Guadalquivir), d'un poudingue ferrugineux directement recouvert par le calcaire carbonifère, nous autorisent à poser quelque réserve sur ce point.

2° *Faisceau charbonneux de la Terrible.* — Ce faisceau est immédiatement superposé au précédent; il prend naissance à l'ouest du ravin de la Parilla, dans lequel on aperçoit très-bien les bancs de grès, de schistes et de charbon qui constitue ledit faisceau. Dans ce ravin, des porphyres roses quartzifères ont métamorphosé le combustible qui a été durci et prismatisé et certains bancs de grès de la base qui ont pris une apparence de porphyre; quelques petits bancs intercalés nous ont même paru être un porphyre véritable, ou du moins un mimophyre. Les charbons sont secs, durs et sales dans la région de la Pa-

rilla; il n'y a que la couche supérieure, dite de San Rafael, qui jusqu'ici ait été reconnue exploitable, quoique donnant du charbon sec.

Les mêmes affleurements se retrouvent en avançant vers l'est, dans le ruisseau de la Hontanilla, où ils prennent déjà, au point de vue industriel, une plus grande importance. De là jusqu'au ravin de San Gregorio, le faisceau acquiert son plus grand développement, les couches de combustible atteignent leur maximum de puissance et fournissent des charbons d'excellente qualité. C'est là que se trouvent les exploitations et les beaux gisements de la Terrible et de la Santa Elisa.

En poursuivant toujours vers l'est, on suit assez bien, en se repérant à chaque ravin, les affleurements et les traces de ce faisceau dans les concessions *Carbonifera*, *Florinda*, *Los Remedios*, *il Paseo*, *Iris* dans le ruisseau d'*Albartado*, *Soledad*, *Culebra*, *Maravilla*, *Bujadillo*, *Carmen* dans le ruisseau de la *Juliana*.

Les concessions *del Valle* et *del Trajo*, dans le ruisseau de la *Lozana*, montrent déjà les affleurements très-affaiblis; le faisceau a perdu toute son importance bien avant Espiel, et vient se terminer en pointe un peu à l'est de ce village.

Dans la région ouest, dans la partie riche du faisceau, entre la Parilla et Belmez, les schistes dominent, les grès ne présentent pas une grande résistance; aussi une partie considérable a-t-elle été décapée et remplacée par une épaisseur de 3 à 4 mètres de terrain détritique avec galets siliceux roulés, en sorte que les roches houillères ne sont pas visibles à la surface. A l'est de Belmez, les grès deviennent plus durs, se rapprochent, passent même au poudingue, tandis que les schistes et la houille diminuent; aussi le terrain a-t-il mieux résisté aux érosions, mais il n'a plus de valeur industrielle.

La puissance normale de ce faisceau, aux environs de la Terrible et de la Santa Elisa, ne saurait être estimée à moins de 500 mètres; il se compose de la manière suivante, en allant de haut en bas :

1. Grès, schistes et couche supérieure (de 3 à 6 mètres, San Rafael, la Morena, Esperanza, San Juan).

2. Grès, schistes et couche de houille non exploitée encore.

3. Grès exploités comme pierre de taille, schistes et couche de houille dite la Terrible, d'une puissance moyenne de 12 à 15 mètres, reconnue sur 1 kilomètre et demi environ avec cette puissance.

4. Grès, schistes et couche inférieure peu connue, à laquelle on attribue 1 mètre de puissance.

5. Poudingues et conglomérats rouges de la base.

Ces derniers poudingues forment la limite nord du faisceau de la Terrible; quant à sa limite sud, elle est nettement tracée par la ligne calcaire représentée par une série de pointements alignés entre la butte San Rafael et le Castillo de Belmez.

Dans les concessions de la Terrible et de la Santa Elisa, où sont exclusivement concentrés, pour le moment, les travaux d'exploitation de la couche Terrible, le combustible est de qualité supérieure, assez dur, quoique ne tenant que 4 à 5 p. 100 de cendres, peu pyriteux, rendant 65 p. 100 de coke excellent.

Des quatre couches dont l'existence est constatée dans le faisceau qui nous occupe, il n'y a, outre la couche Terrible, que la couche supérieure qui ait été ou qui soit encore un peu exploitée dans les concessions de San Juan, Esperanza, Morena (Santa Rosa) et San Rafael. Les travaux actuels se trouvent, pour Santa Rosa, sur la rive gauche de la Hontanilla, et à San Rafael, sur la rive droite de la Parilla. Dans la première de ces localités, on trouve du charbon maigre, associé avec du charbon gras ou mi-gras, nerveux et pyriteux; mais, à San Rafael, le charbon est extrêmement sec.

Le caractère, sans contredit, le plus saillant de ce faisceau est la série de plis que forme la couche Terrible, dans la concession de ce nom : la couche, avant de sortir au jour, s'aplanit et s'ondule sur un espace de 40 mètres environ, et à une très-faible profondeur (13 mètres au-dessous du sol), de sorte qu'il a suffi d'enlever les 3 ou 4 mètres de terrain détritique, et d'entailler sur une large découverte les grès et les schistes du toit, pour préparer l'exploitation à ciel ouvert de toute la partie horizontale et plissée. C'est M. de Reydellet qui a préparé, il ya cinq ans, cet aménagement.

L'accollement des replis de la couche a conduit parfois à attribuer à ce gisement une épaisseur de 30 à 40 mètres; mais en tenant compte de cet accollement et évitant de faire double emploi, nous avons mesuré dans plusieurs galeries une épaisseur normale de 15 mètres.

L'inclinaison des couches de ce faisceau est ordinairement de 60 degrés environ au sud, comme pour toutes les couches réglées du bassin de Belmez; mais, en certains points, l'inclinaison se rapproche de la verticale (San Rafael, la Terrible).

3° *Faisceau charbonneux de la Cabezza de Vacca.* — Ce faisceau s'est déposé dans le sillon de calcaire carbonifère qui existe entre la série des pointements calcaires ci-dessus mentionnés de San Rafael, Hernan Cortez, Belmez, qui se prolongent jusqu'à 500 mètres à l'est de Belmez, et la série des pointements de même nature et parallèles qui prennent naissance à l'ouest du ravin de la Parilla, et s'alignent jusqu'au delà d'Espiel. Cette deuxième série calcaire a beaucoup plus d'importance orographique que la précédente; car, tandis que celle-ci dépasse à peine Belmez et ne présente de saillie importante que le piton surmonté par le Castillo de Belmez, celle-là dépasse Espiel, et forme les escarpements si remarquables de la Sierra Palacios et du Cerro de la Calera, s'élevant à 200 mètres au moins au-dessus du niveau moyen de la formation houillère.

Le caractère dominant de ce faisceau houiller, qui occupe une bande de 500 mètres de largeur moyenne, et dont la puissance normale nous a paru être de 3 à 400 mètres, consiste dans une série de bancs de poudingues à gros éléments siliceux, parfois calcaires (au pied de la Sierra Palacios, bords du Guadiato, rive gauche), très-régulièrement alignés, et formant sur le terrain des crêtes saillantes. Ces bancs de poudingues sont séparés par des intervalles schisteux, dans lesquels abondent de petites concrétions blanches calcaires (Santa Rosalia), et des rognons de sidérose.

Dans la partie ouest du bassin, et jusque dans le ravin de San Gregorio, près de Belmez, où l'on peut faire une bonne coupe de ce faisceau, il n'a présenté aucune couche de houille utilement exploitable; c'est seulement à l'est de Belmez, dans les concessions de la Cabezza, de la Torre et de Santa Rosalia, que les couches inférieures du faisceau prennent une véritable importance.

La couche de la Cabezza, reposant sur un banc de poudingues, présente, dans la mine de ce nom, une disposition en chapelets dont l'épaisseur maximum est de 11^{m},50. Le charbon a un aspect bitumineux caractéristique; il se brise en fragments anguleux sans donner de poussière, et se retrouve avec les mêmes caractères dans la concession de Santa Rosalia, au puits San Julio, où l'on exploite le prolongement est de la couche. Son aspect est le même que celui de Bézenet (Allier).

A 100 mètres environ au toit de cette couche, se trouve celle

de la Torre, présentant, avec une allure en chapelets, une épaisseur de 6 mètres de charbon, et dont le prolongement est est aussi exploité par le puits Lavaux dans la concession de Santa Rosalia.

Dans cette dernière concession, les deux couches sont un peu plus resserrées, probablement à cause du rapprochement du calcaire de la Sierra Palacios; l'épaisseur des couches est également réduite à 3 mètres pour celle de la Cabezza, et à $1^m,50$ pour celle de la Torre. D'une manière générale d'ailleurs, la puissance des couches varie beaucoup dans l'étendue du bassin. Il existe, à peu près au milieu de l'intervalle schisteux qui sépare les deux couches, un filet charbonneux intermédiaire qui a 1 mètre d'épaisseur dans la concession de la Torre, et $0^m,50$ dans celle de Santa Rosalia.

Ce groupe de la Cabezza et de Santa Rosalia est le second en importance dans le bassin de Belmez, mais il le cède de beaucoup à celui de la Terrible comme richesse et qualité de charbon.

Les deux couches principales dont nous venons de parler se poursuivent d'une manière assez nette jusqu'au delà d'Espiel, fréquemment serrées de près par la traînée de pointements calcaires qui jalonnent l'intervalle entre la Sierra Palacios et le Cerro de la Calera. On les observe dans les concessions de *Piedras Calizas*, *Impertinencia*, *Contrabandistas*, *Major*. Dans cette dernière concession, les affleurements se présentent avec une assez belle apparence sur la rive droite du Guadiato.

Enfin, au sud d'Espiel, les mêmes couches présentent assez de suite pour donner lieu à quelques exploitations actuellement languissantes par suite du manque de débouchés, mais qui pourront se développer utilement plus tard. C'est le troisième centre d'exploitation et le moins important (*Confianza*, *Luz*, *Restauracion*, *San Antonio*).

A quelques centaines de mètres à l'est d'Espiel, ces couches viennent mourir sur les poudingues de la base, et en continuant à marcher vers l'est, on recoupe le faisceau supérieur qui règne seul dans toute l'extrémité est du bassin.

4° *Faisceau charbonneux supérieur du Guadiato et de la Baliesta.* — Depuis le point de départ de nos observations, à l'ouest, au ruisseau de la Parilla, jusqu'à la concession ci-dessus mentionnée de la Major, le quatrième faisceau est nettement séparé du troisième par la ligne des pointements cal-

caires; mais à partir de là, la séparation n'est plus aussi nette: néanmoins, dans l'ensemble, on reconnaît assez facilement que ce faisceau supérieur vient buter contre le massif calcaire du Cerro de la Calera qu'il contourne au sud, et qu'il reparaît à l'est dans la région de Baliesta et de Villaharta. Dans cette région, il est séparé en deux branches par une protubérance de terrain silurien couronnée d'une crête calcaire, qui paraît correspondre à celle de la Calera, et qu'on recoupe, ainsi que les schistes siluriens, en suivant la nouvelle route de Cordoue.

Ce faisceau est remarquable par une assez grande épaisseur de schistes gris ou jaunâtres, friables, stériles, qu'on observe aux environs de Belmez, sur les bords et dans le lit du Guadiato. Ils se trouvent à la base du faisceau, et sont recouverts par une série assez puissante de poudingues, de schistes et d'affleurements charbonneux, qui se développent principalement aux environs du confluent de l'Albartado et du Guadiato, et dominent à partir de là jusqu'à l'extrémité est du bassin.

Sauf quelques indices dans les concessions de Mazeppa et de Zozobrana, le quatrième faisceau est stérile dans la partie ouest du bassin. Ce n'est qu'à partir du territoire de Villanueva del Rey que les affleurements charbonneux, intercalés entre les bancs de poudingues supérieurs, deviennent plus nombreux et plus importants, sans qu'ils paraissent toutefois avoir acquis, jusqu'à la Baliesta, une valeur sérieuse. On distingue quatre affleurements principaux qui ont donné lieu à des recherches, aujourd'hui abandonnées, dans les concessions de *Constancia*, *Rosario*, *Caridad*, *San Alvaro*, *Utiera*, *San-Quintin*, *la Riqueza*, *la Sorpresa*. Ce sont ces couches qui, d'après nous, reparaissent à la Baliesta, et sont exploitées ou reconnues dans les concessions de *San Juan*, *el Triunfo*, *Trapizonda*, *San Rafael*, *los Puerros*, *Descuidada*, *Marianita*, *Capitana*.

Ce groupe de la Baliesta est le quatrième du bassin en activité; son rapprochement relatif de Cordoue et de Linarès, ainsi que le voisinage de la nouvelle route de Cordoue, doit contribuer à son développement.

On n'exploitait, en 1866, que la couche inférieure, qui a, dans la concession de Trapizonda, $1^{m},20$ à $1^{m},30$ de puissance, inclinant au sud de 30 degrés, et donnant du coke d'excellente qualité. Si les couches supérieures à celle-ci, qui existent dans les concessions del Triunfo et de San Rafael, donnent d'aussi bons résultats, l'exploitation pourra devenir plus active dans

cette partie du bassin dès que l'écoulement des produits sera assuré.

L'épaisseur normale du quatrième faisceau est assez variable; nous l'estimons, en moyenne, à 400 mètres.

Il n'est pas dans notre sujet de parler des travaux entrepris ou continués par diverses compagnies industrielles depuis 1866. Le bassin de Belmez est actuellement relié à la ligne de Badajoz; il pourra être mis ultérieurement en communication rapide avec Cordoue et le littoral du sud de l'Espagne, et devenir une source féconde d'activité et de produit pour ce pays, obligé jusqu'à ce jour de recourir aux charbons anglais.

M. de Roys rappelle que dans le bassin houiller du Gard il n'existe pas de terrain carbonifère.

M. Gervais fait la communication suivante :

Note sur la Baleine dont on a trouvé des ossements dans Paris;
par M. Paul Gervais.

On sait que Lamanon a signalé en 1781, par une note insérée au *Journal de Physique*, la découverte qui avait été faite dans Paris même, deux ans auparavant (rue Dauphine, à l'entrée de la rue d'Anjou, actuellement rue de Nesle), d'une portion considérable de crâne indiquant une grande espèce de la famille des baleines. G. Cuvier a confirmé cette détermination scientifique en comparant aux baleines, alors conservées au cabinet d'anatomie, un dessin de la pièce en question, laquelle est aujourd'hui au Musée de Teyler, à Harlem, ainsi que le modèle en terre cuite de cette pièce réduit au dixième de la grandeur naturelle, qu'avait fait exécuter Lamanon lui-même. Voici les conclusions de Cuvier :

« On pourrait être tenté de croire que ces pièces osseuses (1) trouvées dans Paris étaient simplement des fragments de baleine franche, et même qu'elles auraient été autrefois ap-

(1) Ce sont l'apophyse zygomatique du temporal et une portion de la boîte crânienne encore articulées ensemble. Cuvier les dit du côté droit; mais la comparaison du modèle laissé par Lamanon montre qu'elles appartiennent au côté gauche.

portées par des hommes; mais indépendamment de l
où elles furent déterrées, je ne les trouve pas aussi
à la baleine du Groënland par le détail des formes,
grandeur et par l'ensemble des proportions. Le temp
baleine franche est beaucoup plus oblique; la face
pour la mandibule s'y étend davantage, l'angle saill
bord extérieur a au-dessus de lui un arc rentrant trè
dont il ne reste rien ici, etc.

« Il y a donc la plus grande apparence que c'est
un fragment de cétacé d'une espèce jusqu'à présent i
même parmi les fossiles; car on n'aura pas l'idée d
procher du rorqual de Cortesi, le temporal des rorq
encore plus large et d'une tout autre forme. »

Par un nouvel examen du modèle laissé par Laman
la comparaison que j'ai pu faire de cette pièce avec
correspondante des crânes de baleines provenant
hémisphères, de rorquals proprement dits, soit
leines, soit kyphobaleines ou mégaptères, actuell
Muséum, et dont plusieurs ne nous sont venus que po
ment à Cuvier, j'ai confirmé de tout point les co
du célèbre anatomiste relativement aux caractères pa
la baleine de Lamanon peut être différenciée des
franches ainsi que des rorquals.

Je trouve une démonstration nouvelle de ce fait d
également de balénidé, qui a été déterré au même
c'est-à-dire rue Dauphine, à une époque plus récen
C'est un palatin du côté droit, presque entier, se rap
plus de celui de la baleine franche que de celui des
des baleines australes et même des baleines de la
Zélande, et cependant assez sensiblement différent
os envisagé dans notre squelette de baleine du G
pour que l'on puisse assurer qu'il ne provient pas de
nos espèces du genre baleine et encore moins de
rentrent dans les deux genres ptérobaleine et kyphob

Quelques particularités secondaires le distinguent,
du même os pris chez la baleine. Ainsi il n'a ni le
accidents de surface, ni exactement les mêmes contou
aux ptérobaleines et aux kyphobaleines, il en diffè
que le fait le palatin des véritables baleines. Sa lon
d'ailleurs moindre d'un tiers que chez la baleine
Avec ce palatin, on a retiré du même endroit une ver
pouvait être la dixième ou la onzième dorsale, et u

terminale de côte répondant à peu près au même segment squelettique. Les apophyses de la vertèbre ont été brisées et n'ont pas été conservées, mais le corps de cet os est entier.

Comparé aux vertèbres de la baleine franche, cette pièce semble, contrairement au palatin décrit plus haut, indiquer un animal de taille au moins égale au squelette que nous possédons de cette dernière, ou du moins plus robuste et plus trapu. Son mode de conservation n'est pas non plus tout à fait le même que celui du palatin, et quoique la vertèbre dont il s'agit n'indique pas plus que ce palatin lui-même, un animal réellement fossile, du moins dans le sens ordinaire de ce mot, elle est un peu plus altérée, ce qui s'explique d'ailleurs par le caractère plus spongieux des vertèbres. Une extrémité de côte déterrée en même temps montre une forme plus cylindrique que cela n'est ordinaire aux baleines citées plus haut.

Je doute, ainsi que je l'ai exprimé ailleurs, qu'il s'agisse ici d'un animal d'espèce éteinte, et j'en reviens volontiers à l'idée que Cuvier a émise, sans s'y arrêter, que *ces pièces osseuses ont été autrefois apportées par les hommes* dans l'endroit si éloigné de la mer où nous les trouvons enfouies. Cuvier, il est vrai, ne s'est pas arrêté à cette manière de voir, parce qu'il a trouvé des différences spécifiques entre la portion de crâne de la baleine de Lamanon étudiée par lui et la baleine franche, et que la comparaison de cet ossement avec la partie correspondante des autres balénidés alors observés, montre qu'il ne provient d'aucune de ces espèces. Mais nous ne possédons pas encore en nature le squelette de la baleine des Basques (*Balæna biscayensis*); il ne faut donc rien conclure de définitif avant d'avoir comparé aux baleines de cette espèce les pièces trouvées rue Dauphine. D'ailleurs, avons-nous une notion suffisamment complète des *Mysticètes* actuellement existants?

Ajoutons aussi qu'il est douteux que le terrain dans lequel sont enfouis les prétendus fossiles dont nous parlons soit bien d'origine diluvienne; tout porte même à penser le contraire. C'est évidemment un sol remanié, et l'emplacement lui-même est peu éloigné de la Seine. Pendant longtemps il est resté sans constructions, et les crues de la rivière ou d'autres causes ont pu contribuer à l'enfouissement des os qu'on y trouve, si ceux-ci ont été apportés au même endroit par l'homme, ce que nous croyons très-probable.

On ne saurait par conséquent invoquer le gisement de la baleine de Lamanon en faveur de l'idée émise par quelques

auteurs, que les eaux de la mer sont intervenues
mation du diluvium de nos environs.

Il est bien probable qu'il s'agit ici d'un cétacé
de distance de nos côtes et apporté à Paris comm
curiosité ou d'utilité. J'ai montré ailleurs (1) qu
ainsi pour plusieurs autres animaux marins cités par
géologues à l'appui de cette manière de voir.

L'*Odobenotherium lartetianum* décrit par M. Gratio
recueil (2), me paraît en particulier dans ce cas; sa d
repose sur un fragment de crâne de morse qu'on n
non plus regarder comme fossile. En outre, j'ai ci
ayant été trouvé, il y a quelques années, dans les b
Seine, à Marly près Paris, un crâne de *Globiocepha*
dont l'enfouissement était également récent et avait
été opéré par quelque marinier. Je rappellerai aus
sieurs fois on m'a apporté des fragments de Rorqu
de la Seine au-dessus de Paris, avec le sable qu'o
dans cet endroit, en me faisant remarquer qu'ils p
de parties de squelettes d'animaux de ce genre,
abandonnés par la navigation et qui étaient desti
fabrique de noir animal qui a fonctionné pendant
temps auprès de Choisy-le-Roi.

M. de Roys rappelle qu'en 1811, un marsouin
la Seine jusqu'à Paris.

Séance du 19 *décembre* 1870.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès
la dernière séance, dont la rédaction est adoptée

A propos du procès-verbal, M. Hébert présent
considérations sur la composition et les limites
du terrain houiller et du terrain permien dans l
l'Aveyron.

---

(1) *Zoologie et Paléontologie générales*, p. 89.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XV, p. 260, pl. 5.

M. Parran rappelle qu'il existe une couche de calcaire enclavée dans la houille à Graissessac.

M. de Chancourtois signale un fait identique à Villé (Bas-Rhin).

MM. Hébert, Parran, Gaudry, de Chancourtois, Gervais échangent ensuite quelques observations sur l'existence et l'étendue du terrain permien dans les environs de Muse et dans le bassin de Sarrebruck.

M. Parran fait la communication suivante :

Sur les divers niveaux de matières combustibles et bitumineuses dans le département du Gard; par M. Parran.

(Extrait).

Les niveaux des matières combustibles et bitumineuses sont nombreux et nettement indiqués dans les étages qui constituent les terrains du Gard ; nous allons les énumérer dans leur ordre naturel et stratigraphique en commençant par les plus récents, et en négligeant ceux qui ne présentent que des filets trop minces ou trop impurs pour être utilisés.

1. *Miocène lacustre.*

Bancs de lignites avec débris d'*Anthracotherium*; Montolieu près de Ganges et Célas près Alais. Epaisseur du combustible, 1m,50.

2. *Éocène lacustre* A.

Marnes et calcaires marneux blancs, gypse, soufre, magnésite et lignites avec débris de *Palæotherium* ; Saint-Jean et Barjac. Epaisseur du combustible, 2 mètres.

3. *Éocène lacustre* B.

Calcaires compactes ou crayeux, avec Cyclades et Mélanopsides, imprégnés d'asphalte ; Servas, l'Olivier, les Fumades, Saint-Jean. Épaisseur du minerai asphaltique, 2 à 3 mètres.

4. *Éocène lacustre inférieur ou Craie supérieure.*

(Classification réservée jusqu'à plus ample connaissance des faunes.)

Schistes bitumineux, avec ossements et carapaces de reptiles indéterminés : Champcrébat près Barjac. 1m,50.

Lignites : Sagriès, même localité; Labaume et Montaren près Uzès. 1m,50 à 2 mètres de combustible.

Lignites : Vénéjan près Bagnols et Piolenc (Vaucluse). 1m,50 à 2 mètres de combustible.

Ces derniers ont été indiqués par d'Orbigny, puis [illegible] comme appartenant à la craie supérieure.

Tous ces bancs de lignites dans lesquels l'étude ultérieure pourra faire distinguer plusieurs niveaux, sont intercalés entre les lacustres éocènes inférieurs ou les assises rougeâtres qui [illegible] le calcaire à Hippurites qui forme partout le mur de ces [illegible]

5. *Étage des grès d'Uchaux.*

Bancs ligniteux de $0^m,40$ à $0^m,50$, très-chargés de pyrites en soufre aux affleurements; Labaume près Uzès, Chantemerle [illegible]

6. *Cénomanien.*

Lignites; étage lagunéen, intercalé entre les assises à *Ol* formant le toit, et les sables jaunes ferrugineux formant le [illegible] *Rouen*). Nombreuses Huîtres, Ampullaires, Potamides; 3 m bustible en plusieurs bancs avec rognons de succin. Mézerat, [illegible] Alexandre près Saint-Esprit; Le Pin, Conneaux, Pougnador [illegible] gues près Bagnols, et Mondragon (Vaucluse).

7. *Oolithe.*

Plusieurs petits bancs de houille stipite mi-grasse, dont l [illegible] est exploité; $0^m,50$. Lanuéjols, Causse Noir, Causse Bégon, [illegible] près Trèves, Les Moulinets et Gardies (vallée de la Dourbie), [illegible] Causse du Larzac (Aveyron).

Ces bancs constituent la partie inférieure d'un calcaire ma [illegible] se développe à partir du Vigan vers l'ouest. Ils ont pour m [illegible] Entroques, dolomitisé, et pour toit une puissante assise de d [illegible] du Trévezel et de la Dourbie), qui supporte directement les [illegible] diens à *Amm. picatilis.*

8. *Trias, grès bigarré.*

Petit banc de houille sèche inexploitable, dans les grès e [illegible] base du trias; Saint-Jean du Gard, Molières près Saint-A [illegible] mémoire.)

TERRAIN HOUILLER.

9. *Faisceau supérieur.*

Mazel (Ardèche), Les Salles, Molières, Les Brousses, Sain [illegible] riscle; treize couches de houille; épaisseur maxima de coml [illegible]

10. *Faisceau moyen.*

Champclauson, Comberedonde, Sainte-Barbe, Grand'Com [illegible] mesalade, Trélys et Bessèges supérieurs, Lalle. Nombreux [illegible] dérose; onze couches; épaisseur maxima de combustible, 1 [illegible]

11. *Faisceau inférieur.*

Grand' Combe, Levade, La Vernarède, Cornac, Bessèges

rieurs, Pigère (Ardèche); six couches de houille; épaisseur maxima de combustible, 18 mètres.

12. *Conglomérat de la base.*

Une couche maigre de 1 mètre. Olympie, la Boudène, Martrimas (Ardèche).

A la suite de cette communication, M. de Chancourtois présente les observations suivantes :

Les faits exposés par M. Parran ont à mes yeux une grande importance pour le progrès de diverses considérations, à la fois théoriques et pratiques, que je m'efforce de développer et de préciser dans le cours de l'École des mines, et sur lesquelles je demande la permission d'appeler l'attention de la Société.

La présence ordinaire du fer carbonaté et de la pyrite dans les gîtes charbonneux démontre que la formation de ces gîtes est liée à des phénomènes d'émanation; et, en partant de ce rapprochement incontestable, on est conduit à considérer l'accumulation du combustible lui-même comme due en partie à une prédominance locale tant des émanations d'acide carbonique, inséparables de l'épanchement des eaux chargées de carbonate de fer, que des émanations de carbures d'hydrogène qui pouvaient accompagner les eaux pyritifères.

De tous les produits d'émanation concentrés en amas exceptionnels, les dépôts charbonneux sont assurément ceux qui offrent l'expansion horizontale la plus grande, puisque la majeure partie, sinon la totalité de leur carbone, a dû subir la diffusion atmosphérique, avant d'être fixée par l'intermédiaire de la végétation; mais leur emplacement n'en dépend pas moins des points de dégagement, et, par suite, on doit s'attendre, d'une part, à les rencontrer alignés en gros suivant certains systèmes de fissures de l'écorce terrestre, d'autre part, à les trouver reproduits à diverses époques, dans le même lieu, par la réouverture des mêmes fissures, absolument comme on voit les concentrations de minerais de fer superposées à divers étages de la série sédimentaire; par exemple, à Lavoulte, dans le Yorkshire, etc.

Les dégagements successifs, dans le même point du globe, des émanations oxy-carboniques ou hydrocarburées, ne proviennent sans doute pas tous directement du magma fluide

:. Les plus récents ont pu résulter souvent d'une sorte
ıaniement, d'une action physique exercée sur les dépôts
onneux anciens; mais, dans tous les cas, leurs apparitions
ttachent aux phénomènes de ridement, et, par suite, la
ıbution des gîtes de combustible doit se trouver subor-
ıée aux principes de régularité que met en lumière la théo-
ıes soulèvements.

suffit de considérer la partie de la carte géologique de la
nce qui renferme les Cévennes et les Maures, pour com-
ɔndre que les dépôts de combustibles minéraux marqués
ns les terrains secondaires et tertiaires du Languedoc et de
Provence, résultent de la persistance et de la localisation
rogressive des causes qui ont produit les formations houil-
ères, dont on ne voit probablement que les extrémités ap-
ɔuyées en affleurement sur les deux massifs montagneux.

Les conditions géographiques propres à la végétation palu-
déenne figurent certainement parmi ces causes, mais les déga-
gements d'émanations alimentaires étaient tout aussi indispen-
sables. Les deux groupes de causes qui, au premier abord,
peuvent sembler tout à fait indépendants, ont d'ailleurs ici
une origine commune; car les régions où se sont placées
finalement les embouchures des grands fleuves étaient prépa-
rées à cette fonction géographique par le croisement de systèmes
de fissures importants. J'ai eu occasion d'en donner beaucoup
de preuves dans les notes que j'ai présentées à l'Académie des
sciences, sur l'*Application du réseau pentagonal à la coordination
des Sources de pétrole, des Dépôts bitumineux et des Gîtes minéraux
en général*. (*Comptes rendus*, 1863.)

Les nombreuses récurrences de formations charbonneuses
signalées par M. Parran dans la série sédimentaire du Langue-
doc ne peuvent manquer de fournir à l'observation des coïn
cidences verticales et des alignements de nature à confirme
ma manière de voir. Il est à peine nécessaire d'insister s
la portée pratique qu'aurait, pour la direction des trava
d'exploitations et de recherches, la discussion et la vérificat
détaillée de ces aperçus, qui, dans l'étude des gisemen
combustible, ajoutent à la prise en considération de la
donnée géologique verticale celle des deux coordonnées
zontales déterminées par les alignements.

Séance du 9 janvier 1871.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY,
Membre du Conseil.

En l'absence de M. Paul Gervais, président, et des vice-présidents, M. de Billy, membre du Conseil et ancien président, prend le fauteuil de la présidence.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le secrétaire donne lecture de la note suivante de M. de Roys :

Note sur la présence d'ossements de cétacés dans le diluvium de la Seine; par M. le marquis de Roys.

A la suite de la communication de notre savant président sur des os de dauphin trouvés, dans le diluvium quaternaire de la Seine, à Paris, et où il annonçait devoir s'assurer s'ils étaient fossilisés, j'ai fait observer que, dans ma jeunesse, je crois me souvenir que c'était en 1811, sans cependant en être bien sûr, un marsouin avait remonté la Seine jusqu'au-dessus de Paris. On ne l'a point vu revenir. Ce fait, parfaitement certain et qui a laissé des traces dans le langage vulgaire des Parisiens, a dû se répéter plusieurs fois à des époques où la navigation de la Seine était moins active. Il n'y aurait donc rien d'extraordinaire dans la présence d'ossements de dauphins dans le diluvium. On aurait tort, par conséquent, d'en conclure, parce que les cétacés sont essentiellement marins, que la mer ait fait irruption dans ce bassin. Quant aux ossements de rorqual trouvés aux environs du Pont-Neuf, et qu'on avait nommés *Baleine de Lamanon*, quoique le Rorqual soit une des plus petites espèces de baleine et atteigne rarement 24 à 25 mètres de longueur, et bien que la chose paraisse plus extraordinaire, elle ne serait pas non plus impossible, même dans notre époque. En 1740, les eaux de la Seine se sont élevées à 8 mètres 50 au-dessus de l'étiage, et nous les avons souvent vues s'élever jusqu'à 6 et 7 mètres et y persister plusieurs jours de suite. Cette hauteur serait plus que suffisante pour permettre le passage d'un rorqual et même de baleines de plus fortes dimensions. A l'époque de la fonte des glaciers, cette hauteur

d'eau devait se reproduire souvent, et une baleine poursuite de poissons pouvait s'échouer sur les ri ossements être, à la longue, enfouis dans le gravi sans que ce fait pût prouver la présence de la mer.

On aurait tort de regarder comme impossible la leines remontant les fleuves. Il fut une époque où l baleines, qui aujourd'hui paraît bonne tout au plu Esquimaux, était mieux appréciée. Sous Henri VII, règne d'Élisabeth, en Angleterre, il n'y avait pas festin où l'on ne servît des plats copieux de chair Les baleines qui échouaient alors sur les côtes éta dées comme épaves royales. On en cite plusieurs co alors échoué dans la Tamise. Le lord-maire de L réclama la propriété, et elle lui fut assurée par une

Ce fait ne me semble pas plus extraodinaire qu poissons et coquilles d'eau douce dans des dépôts 1840, le 2 novembre, le Rhône rompit ses digues de Beaucaire; ses eaux se précipitèrent sur la surfa son delta, au moins 25,000 hectares, et allèrent se les étangs de Repausset et du Roi, à Aigues-Mort observer, en passant, que ce dernier étang tire s l'embarquement de saint Louis pour la croisade, l'accord unanime de tous les historiens, Aigues- jamais été au bord de la mer. Les étangs sont sé mer par un large cordon littoral de galets tout à fai à ceux du diluvium alpin, et communiquent avec canaux qui le coupent et portent le nom de *Graux* un grau, qui en a gardé le nom de *Grau du Roi*, de saint Louis, embarquée dans l'étang du Roi, e Méditerranée.

Lorsqu'en 1840, les eaux du Rhône rentrèrent d les pêcheurs des étangs trouvèrent beaucoup d'eau douce mêlés avec les poissons de mer habi bords étaient jonchés de ces énormes anodontes s dans le fleuve (1).

J'ai déjà dit, dans le *Bulletin*, que le limon dépos inondation, sur ces 25,000 hectares, s'élevait, en r

(1) M. Eugène Robert avait signalé, en 1835, dans les ca dans le calcaire grossier à Passy, vers le milieu de leur haut couche de sable avec des fossiles d'eau douce. Dans une course avec les élèves de l'École des Mines, sous la direction de M

moins à un décimètre de puissance. Sur quelques points, son épaisseur atteignait 60 centimètres et même un mètre. Ce fait tendrait à prouver que les périodes géologiques pourraient bien avoir eu des durées très-inférieures à celles qu'on leur attribue généralement. Nous citerons notamment un marais appelé la *Palunette*. Inondé pendant l'hiver, desséché pendant l'été et alors couvert d'efflorescences salines qui le rendaient absolument improductif, il a été couvert d'une épaisseur de 80 à 90 centimètres de limon qui l'a changé en terres de première classe, affermées 150 fr. l'hectare.

On ne peut donc s'étonner de trouver dans le diluvium de la Seine des débris de mammifères marins, et leurs ossements, fussent-ils fossilisés, ne prouveraient nullement une invasion de la mer.

M. de Billy rappelle que l'on a pêché des baleines dans le golfe de Gascogne.

M. Gaudry fait observer que, d'après la théorie de M. Belgrand, le volume des eaux de la Seine était, à l'époque où se déposait le diluvium, beaucoup plus considérable que maintenant; il n'y aurait donc rien d'étonnant qu'à ce moment, de gros animaux marins eussent pu remonter la Seine.

M. Bioche annonce la mort de M. Charles Laurent, membre du Conseil et ancien secrétaire de la Société. Cette triste nouvelle est accueillie par d'unanimes regrets.

M. Paul Gervais, qui arrive en retard, au moment où la séance va être levée, s'excuse sur le travail que lui a donné, ce jour même, le soin de la conservation des collections d'anatomie comparée, le bombardement de Paris par les Prussiens s'étant étendu au quartier du *Muséum d'Histoire naturelle*. Il ajoute que la petite maison qu'il habite, auprès de ce grand établissement, a reçu cette nuit même un obus.

Il est bien persuadé, dit-il, que nos collègues allemands ne s'associeront pas à ces rigueurs barbares, et il ne peut

---

ment, nous avons reconnu l'existence de cette petite assise d'environ 3 centimètres de puissance, et j'y ai recueilli un planorbe et quelques lymnées complétement silicifiées.

supposer qu'ils aient oublié, comme les généraux de l'armée ennemie et les princes à leur suite, les services que la France a rendus à la science et le bon accueil qu'elle a toujours fait aux savants de tous les états de l'Allemagne.

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que les élections, qui devaient avoir lieu dans cette séance, sont ajournées jusqu'au jour où les communications entre Paris et la province seront rétablies.

Séance du 16 *janvier* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

Journal des Savants, 1870.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, 22e vol., 1868.

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que le nom de M. Dollfus-Ausset sera inscrit à perpétuité sur la liste des membres, en reconnaissance du don de 10,000 fr. que notre regretté confrère lui a fait, il y a quelques années.

M. Bayan donne lecture de la note suivante :

Dans la dernière séance, notre honorable président nous a entretenus des dégâts commis par les obus ennemis sur les serres du Jardin des Plantes.

Nous croyons devoir aujourd'hui signaler de même à la Société un nouvel exploit de ceux qui nous environnent.

Déjà, dans ce bombardement qu'ils ont commencé, il y a dix jours, sans s'être conformés aux règles du droit des gens, presque tous nos établissements scientifiques avaient été atteints. L'École Normale, la Bibliothèque Sainte-Geneviève, l'École Polytechnique, la Sorbonne, le Musée de Cluny, l'É-

cole de Médecine, le Muséum avaient tour à tour reçu des projectiles.

De même, dans la journée du 12, deux obus incendiaires sont venus s'abattre sur l'École des Mines. Le premier a causé dans la galerie de paléontologie, des ravages qui eussent été irréparables si une partie des riches collections de l'École n'avait été à temps transportée en lieu sûr.

Inutile de faire remarquer (cela n'étonnerait plus personne aujourd'hui) qu'il y a, dans l'École, une ambulance renfermant de nombreux malades.

Nous avons pensé qu'il n'était pas sans intérêt de conserver cette date dans nos archives. On sera peut-être étonné un jour d'apprendre qu'une armée envahissante a pris pour cible un établissement, hospitalier s'il en est, qui tous les ans ouvre gratuitement ses amphithéâtres à de nombreux élèves étrangers, et dont on avait toujours été heureux de faire les honneurs à des savants d'autres pays. Pour nous, nous n'oublierons point cet incident, et si quelquefois, par suite d'un défaut commun dans notre pays, nous étions porté à placer trop haut des travaux allemands, nous songerons à nos collections dévastées, et nous nous dirons que c'est vainement qu'ils se piquent d'aimer la science, ceux qui se complaisent à détruire méthodiquement les musées et les collections publiques et privées.

M. de Chancourtois communique la lettre suivante qu'il a adressée à M. Élie de Beaumont, au sujet du bombardement :

Lettre à M. Élie de Beaumont; par M. de Chancourtois.

16 janvier 1871.

Monsieur,

Je viens appeler votre attention sur deux coïncidences qui vous paraîtront peut-être assez curieuses pour mériter d'être signalées, à propos du bombardement de Paris.

M. Léopold de Buch, dans son dernier passage à Paris, en 1852, l'année qui a précédé sa mort, vous montra le désir d'examiner quelques échantillons à l'École des Mines; j'eus la bonne fortune d'être mis par vous à la disposition de l'illustre

géologue, qui était alors, je crois, président de l'Académie des Sciences de Berlin. M. de Buch désirait voir des gryphées arquées, envoyées récemment du Chili par notre camarade Domeyko, gryphées dont la spécification affirmait l'existence du terrain jurassique en Amérique, contrairement à l'opinion émise un peu arbitrairement par le chef Prussien des géologues allemands.

Mon camarade Bayle, chargé de la paléontologie, ne se trouvant pas à l'École au moment de la visite, je dus faire les honneurs de ses tiroirs à M. de Buch, qui voulut bien m'expliquer assez longuement les raisons pour lesquelles ces gryphées arquées devaient être des gryphées de la période crétacée. Après quoi, il me quitta pour vous rejoindre à l'Institut, me laissant convaincu seulement de sa vaste érudition et de sa profonde connaissance de toutes les finesses de la langue française, mais très-flatté d'avoir entendu une dissertation spéciale de l'un des doyens de la géologie les plus hautement considérés.

C'est exactement à la place où M. de Buch examinait les fossiles, dans la collection de paléontologie, qu'est venu éclater, dans le toit mansardé, le premier obus qui a frappé l'École des Mines, dans la nuit du 11 au 12, à 4 h. 45 du matin. Les collections les plus précieuses étaient heureusement mises à l'abri depuis longtemps.

Le second obus, tombé dans la nuit du 12 au 13, à 9 h. du soir, a pénétré dans le cabinet de M. Daubrée, professeur de minéralogie, en traversant le mur en pierre de taille, de $0^m,60$ qui forme le jambage de la fenêtre, et est venu se poser sans éclater, debout comme une bouteille, juste sous la table du professeur, à $2^m,50$ de l'ouverture de pénétration.

On sait, depuis longtemps, que les aérolithes sont principalement formés de fer; on y a reconnu ensuite quelques autres métaux, puis du soufre, du carbone, etc.; leur composition a donc beaucoup d'analogie avec celle des obus. N'est-ce pas frappant de voir un de ces bolides artificiels arriver justement au siége du savant minéralogiste qui, dans ces derniers temps, s'était fait une sorte de spécialité de l'étude des bolides naturels?

Je dois cette remarque à M. Boutan, élève ingénieur des mines, qui nous seconde en ce moment dans nos travaux.

M. Dupont, inspecteur de l'École, présent au moment des deux chutes, me donne les indications suivantes sur les dimensions des projectiles :

N° 1, diamètre de la fonte au culot, $0^m,145$.
N° 2, — de la chape de plomb, $0^m,149$; longueur, $0^m,31$.

Sur la proposition du Conseil, la Société décide que MM. Benoît et de Chancourtois seront, jusqu'à ce que les communications entre Paris et la province soient rétablies, appelés au Conseil avec voix délibérative.

Séance du 23 *janvier* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DON FAIT A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. J.-L. Combes, *Études sur la Géologie, la Paléontologie et l'Ancienneté de l'homme dans le département de Lot-et-Garonne*, 1 vol. in-8°, 112 p., 1870, Villeneuve-sur-Lot, chez Duteis.

M. Tournouër offre, de la part de M. Combes, des *Études sur la géologie, la paléontologie et l'ancienneté de l'homme dans le département du Lot-et-Garonne*. (Voir la *Liste des dons*.)

M. de Chancourtois fait la communication suivante :

Rapports de la Géologie et de l'Ethnologie; par M. de Chancourtois.

Personne n'étant disposé à faire une communication, je demande, impromptu, la permission de soumettre à la Société quelques considérations qui, bien que dépassant les limites de la géologie pure, ne seront peut-être pas jugées déplacées dans les circonstances actuelles.

M. Élie de Beaumont a ordinairement consacré la leçon d'ouverture du cours de l'École des Mines à montrer comment la géologie se lie aux autres sciences et aux différents arts. Lorsque j'ai été chargé, pour la première fois, de faire cette

leçon d'ouverture, en 1863, je me suis conformé à l'usage établi par le professeur titulaire que je remplaçais progressivement depuis dix ans, et dans le désir de rendre aussi complet qu'il dépendait de moi le tableau du domaine de la géologie, je n'ai pas craint d'aborder l'indication des rapports qui existent nécessairement entre la constitution du sol et celle de la population, rapports signalés d'ailleurs depuis longtemps par Cuvier, et qui ont conduit notre vénérable et illustre confrère M. d'Omalius d'Halloy, à compléter, par des études d'ethnographie et de géographie administrative, les résultats de sa belle carrière géologique.

J'ai cru rendre très-sensibles les rapports de la géologie et de l'ethnologie en disant qu'il y a des peuples éruptifs et des peuples sédimentaires, comme il y a des terrains éruptifs et des terrains sédimentaires, en donnant comme exemples les Français et les Anglais, et en montrant que le sol des deux capitales de la France et de l'Angleterre, qui sont d'ailleurs comme les deux foyers du bassin quasi-elliptique occupé par les terrains tertiaires les plus réguliers, offre par sa composition de véritables symboles des caractères des deux peuples.

La solidité proverbiale du peuple anglais et son expansion colonisatrice ne sont-elles pas, en effet, représentées par la nature uniformément argileuse et foncièrement sédimentaire du terrain tertiaire de Londres? tandis que la mobilité localisée des Français répond à la nature variée des produits d'émanation qui composent le terrain parisien, produits parmi lesquels le soufre figure d'une manière si particulière.

S'il y a des peuples éruptifs et des peuples sédimentaires, il y a également des peuples volcaniques et des peuples diluviens. Les révolutions continuelles de l'Amérique tropicale ne sont-elles pas comme le reflet de la volcanicité des Andes, et aujourd'hui, l'invasion des populations des plaines Baltiques n'a-t-elle pas un caractère diluvien comme celui du sol sur lequel ces populations se multipliaient silencieusement?

Je n'ai pas besoin d'insister sur les nombreux rapprochements de détail que l'on peut faire dans nos différentes provinces entre les propriétés du sol et le caractère des habitants.

Les Français, bien loin d'offrir le développement d'une race dominante, constituent un peuple, un peuple dans le sens moderne du mot, résultant de l'association d'une infinité de races; et, soit que ces diverses races aient surtout persisté chacune sur le sol qui convenait à son caractère, soit que l'a

climatation ait modifié diversement dans les divers lieux les caractères originaires communs que tendait à répandre chaque invasion, il est certain que l'on retrouve dans la population de la France des nuances correspondantes à toutes celles que l'on observe dans le sol et le climat de son territoire exceptionnellement varié. C'est de cette variété que le peuple français tient le génie multiple qui en a fait pour ainsi dire le ferment de l'humanité.

Mais d'où vient la soudure intime de tous ces éléments divers dans une nationalité commune? Encore de l'influence du sol, dont les accidents principaux circonscrivent un territoire où les populations ont forcément des intérêts communs, le territoire de l'ancienne Gaule.

Quels que soient les bouleversements politiques opérés momentanément par les invasions, l'histoire nous montre clairement que les droits de la terre ne manquent pas de reprendre le dessus dans les groupements gouvernementaux qu'on appelle nationalités, et que ces groupements tendent toujours à se conformer aux circonscriptions naturelles.

C'est ainsi que l'Italie vient de se reconstituer dans les limites marquées par les crêtes des Alpes.

Notre territoire n'est malheureusement pas aussi rigoureusement circonscrit; de là les oscillations qu'a subies du côté nord-est la délimitation de la nationalité Française. Mais le terme fixe vers lequel tendent ces oscillations n'est pas douteux. A part les crêtes de montagnes infranchissables, aucune limite naturelle n'est plus nettement marquée en Europe que le cours du Rhin, du lac de Constance aux Pays-Bas.

Je sortirais tout à fait du cadre de la géologie en indiquant par quelles évolutions politiques on peut déjà augurer que s'effectuera l'association gouvernementale de toutes les populations fixées à l'ouest du Rhin, association qui seule peut ouvrir une ère de paix durable pour l'Europe. Mais je demande à ajouter quelques mots sur la valeur naturelle de la frontière fournie par ce fleuve entre Bâle et Lauterbourg.

Remarquons d'abord que s'il fallait considérer la plaine du Rhin comme une région politiquement indivisible, cette région se rattacherait plus naturellement à la France qu'à la Germanie.

En effet, les Vosges n'offrent aucune crête infranchissable, même dans les régions montagneuses des Ballons, et se réduisent, vers le nord, à un plateau peu élevé, bordé de gradins très-facilement accessibles, tandis que la chaîne de la Forêt-

Noire offre une ligne de démarcation aussi nette que continue dans toute la longueur du pays de Bade.

Mais cette dernière ligne elle-même ne peut être considérée comme une limite naturelle de premier ordre, car elle n'est pour ainsi dire, que le bord du plateau du Wurtemberg, dont les sommités de la Forêt-Noire dominent à peine les parties les plus élevées.

Le Rhin, dans le parcours correspondant, constitue assurément par sa largeur exceptionnelle et aussi par sa direction nord-sud, une limite d'une importance bien plus grande. On le reconnaît à la seule inspection des cartes, même des cartes dressées par les Prussiens.

Il sépare d'ailleurs des régions qui, sous une sorte de symétrie géographique, offrent des conditions géologiques fort différentes.

La syénite des Ballons manque dans la Forêt-Noire. Les marnes irisées et les calcaires jurassiques, très-développés en Alsace, sont à peine représentés dans le pays de Bade; enfin, les terrains d'alluvion diffèrent notablement.

En un mot, l'Alsace est un pays d'une richesse variée, tandis que le pays de Bade est relativement d'une pauvreté monotone.

Nous revenons, par ces dernières observations, à l'ordre de considérations où j'ai pris mon point de départ.

De cette opposition des conditions naturelles sur les deux rives du Rhin est toujours résulté une modification complète dans les sentiments des peuplades germaniques qui ont définitivement franchi le fleuve.

A la suite des anciennes invasions barbares, il s'était formé dans le bassin du Rhin, au-dessus de Cologne, une confédération de peuplades d'origines diverses, dont le nom gothique *all man*, qui signifie tous les hommes, se trouve avoir fourni à la langue française la dénomination d'*allemands*, étendue par nous à l'ensemble des nations germaniques.

Mais la moitié de cette confédération établie sur la rive gauche ne tardait pas à se séparer, soit en Suisse, où elle devait plus tard coopérer à la formation d'une nationalité républicaine, soit en Alsace, où elle se fusionnait avec les éléments gaulois, romains, goths et francs, pour former un peuple de haute valeur qui, après s'être toujours montré l'un des promoteurs et des plus fermes soutiens de la civilisation occidentale, a fini par se souder complétement à la nationalité française.

La moitié de la confédération allemanique établie sur la rive droite se rattachait au contraire à la nationalité de la Souabe, où se perpétuaient, avec une barbarie relative, les mœurs féodales dont nous voyons encore aujourd'hui des traces malheureusement trop évidentes chez toutes les races purement germaniques.

L'antagonisme subsistera et s'accroîtra même sans doute si, abattus par surprise, nous ne pouvons reprendre immédiatement la force nécessaire pour délivrer l'Alsace. Il est même permis d'espérer que la captivité momentanée de nos braves concitoyens contribuera puissamment à déterminer l'association de tous les peuples qui vivent à l'ouest du Rhin, de même que les conquêtes éphémères de la France à l'est du fleuve ont préparé la formation de l'empire Teuton ou Germanique.

Je dis exprès empire Teuton ou Germanique, et non empire d'Allemagne, car cette dernière qualification ne convient pas à l'œuvre de la Prusse.

Le mot Allemagne, dont je rappelais tout à l'heure l'origine, ne se retrouve en aucune façon dans la langue que nous nommons allemande, mais qui est, à proprement parler, saxonne, et que nous devrions appeler teutonne ou tudesque, puisque les Saxons s'effacent, comme les Souabes, sous les Teutons. C'est un mot entièrement français et dont l'application devrait être réservée à raison même de son étymologie, qui implique une idée de fraternité tout à fait contraire au principe exclusiviste et oppressif de l'entreprise prussienne.

Séance du 6 *février* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. DE BILLY,

Membre du Conseil.

En l'absence de M. Gervais, président, et des vice-présidents, M. de Billy, membre du conseil et ancien président, prend le fauteuil de la présidence.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Secrétaire communique une lettre par laquelle M. P. Gervais s'excuse de ne pouvoir assister à la séance, pour cause de santé.

M. le Trésorier donne quelques détails sur l'état de la

caisse et divers points de sa gestion. Il demande qu'un ou deux membres de la Société soient adjoints à M. de Roys, le seul membre de la Commission de comptabilité présent à Paris, pour examiner et vérifier les comptes de 1870.

En réponse à cette demande, la Société décide que, en l'absence de MM. Pellat et Marcou, M. Danglure sera adjoint à M. de Roys, pour procéder à ce travail.

Séance du 20 *février* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. TOURNOUER, VICE-PRÉSIDENT.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Secrétaire communique une lettre par laquelle M. P. Gervais s'excuse de ne pouvoir, pour cause de santé, assister à la séance.

Il donne ensuite lecture, au nom de M. le marquis de Roys, du rapport de la Commission de comptabilité sur la gestion du trésorier pendant l'exercice 1870.

Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes de l'exercice 1870; par M. le marquis de Roys, *rapporteur*.

MESSIEURS,

Les circonstances désastreuses qui ont pesé sur la France, et le siége de Paris ont dû exercer leur influence sur les recettes de la Société, et, par une coïncidence fatale, elle s'est trouvée engagée, par des arrangements bien antérieurs à ces tristes événements, dans des dépenses extraordinaires. Le local qu'elle occupait, 29, rue de Fleurus, était tellement incommode qu'il était devenu impossible d'y tenir les séances. Un don généreux de dix mille francs, par M. Dollfus-Ausset, lui avait permis de les transférer dans le local de la Société d'encouragement, depuis trois ans déjà. Cet état de choses ne pouvait se prolonger longtemps, et, avant nos désastres, le Conseil avait négocié la résiliation du bail avec le propriétaire

de l'immeuble de la rue de Fleurus et loué rue des Grands-Augustins, n° 7, un local parfaitement convenable, où la Société trouve une belle salle de séances et une bibliothèque servant de salle de conseil, où notre précieuse et déjà très-nombreuse réunion de volumes peut se loger et recevoir les agrandissements qui en feront de plus en plus une collection des plus importantes. Le Conseil, avec l'approbation de la Société, n'avait donc pas dû hésiter, et le marché s'était conclu avant la guerre.

On comprend que, dans cette situation, notre trésorier s'est trouvé chargé d'un travail tout à fait extraordinaire, et de dépenses qui n'avaient pas été prévues au budget. Il a demandé la convocation de la commission de comptabilité. Deux des membres de cette commission, MM. Pellat et Marcou, étaient absents de Paris; le Conseil a désigné M. Danglure, archiviste, qui, depuis près de six mois, a bien voulu se charger gratuitement des fonctions de l'agent, devenues vacantes par la démission de M. Laudy, pour procéder avec M. de Roys, seul membre présent, à la vérification des comptes. C'est ce travail que nous avons l'honneur de soumettre à la Société. On comprendra que nous ne pouvons nous astreindre à suivre les divisions habituelles de ces rapports, et que nous devons nous borner à suivre les divisions du budget et à constater les nombreux déficits de nos recettes, les accroissements de nos dépenses.

I. — Recettes.

L'article important des recettes et du revenu de la Société est celui des cotisations de ses membres. Les droits d'entrée et de diplôme, prévus pour 600 fr., se sont élevés à 720, acquittés par trente-six membres nouveaux, dont le dernier a payé ce droit le 3 août, ce qui pouvait faire espérer une augmentation plus considérable. Elle est néanmoins encore de 120 fr. Les cotisations de l'année courante, prévues au budget pour 9,000 fr., et le nombre des membres qui les doivent, pouvait faire trouver ce chiffre très-modéré, n'ont produit que 6,320 fr. Les recettes faites jusqu'au 1er août pouvaient garantir une augmentation considérable, mais depuis le 1er septembre, il n'a été reçu que 570 fr. Le déficit sur ce point capital est donc de 2,680 fr. Sur les cotisations arriérées prévues pour 1,600 fr., le déficit n'est que de 20 fr. Les 1,580 fr.

avaient été payés avant le 1er août. Les cotisations anticipées ne se sont élevées qu'à 90 fr. au lieu de 250. C'est ordinairement au mois de décembre que cette recette est la plus forte. Les cotisations une fois payées ont atteint exactement le chiffre prévu. Le chiffre de ces recettes s'est donc élevé pour l'année à 10,210 fr. au lieu de 12,450, et le déficit est de 2,240 fr.

La vente du *Bulletin*, prévue pour 1,200 fr., ne s'est élevée qu'à 1,068 fr. 20 c.; mais ce déficit est plus que compensé par les recettes extraordinaires soldées par les membres dont les communications excédaient l'étendue fixée par la Société. La recette totale a donc été de 1,576 fr. 20 c.; augmentation : 376 fr. 20 c. Nous ne savons si la Société doit s'en féliciter, car l'allongement des mémoires, qui d'ailleurs nuit généralement à leur intérêt, malgré la part de dépense mise à la charge des auteurs, coûte plus qu'il ne rapporte.

Les *Mémoires* n'ont rapporté que 275 fr. 60 c. au lieu de 500 fr.; l'*Histoire des progrès de la géologie* a produit 52 fr. 50 c.; la vente de la *Table* des vingt premiers volumes, 49 fr. 60 c. Les allocations ministérielles portées au budget pour 2,100 fr. se sont réduites à 1,850. Seuls, les arrérages des rentes et des obligations de chemins de fer n'ont pas varié.

	fr. c.
En résumé, le chiffre total des recettes prévues au budget pour.....	22,501 16
S'est élevé seulement à.....	17,227 38
Le déficit est donc de cinq mille deux cent soixante-treize francs soixante-dix-huit cent.	5,273 78

II. — Dépenses.

Si nous avons à déplorer un déficit considérable à la fin d'un exercice qui, dans les six premiers mois, s'était annoncé d'une manière qui devait nous faire concevoir de justes espérances, les dépenses se sont accrues, comme nous l'avons déjà annoncé en commençant, d'une manière désastreuse. Dans notre rapport sur l'exercice précédent, nous avions déjà annoncé que, si l'année se terminait avec un reste apparent dans notre caisse, il y avait en réalité un déficit considérable, puisque nous étions en arrière d'environ 6,000 fr. envers notre imprimeur, M. Blot, qui n'avait point encore présenté ses factures. Nous avons pu en acquitter quelques-unes, mais en contractant envers lui une nouvelle dette, pour l'impression

du tome suivant du bulletin, et nous avons à y ajouter les dépenses imprévues au moment où le budget avait été voté, du déménagement, des frais indispensables d'installation dans le nouveau local. Mais reprenons l'ordre du budget.

Les trois premiers articles du budget sont relatifs à l'agent. Lorsque M. Laudy fut nommé, il devait recevoir seulement 1,800 fr. Depuis, on lui accorda 300 fr. de travaux extraordinaires, votés pour la première fois en 1855, pour l'Exposition universelle, et 400 fr. d'indemnité de logement, qui ne lui avaient point été promis. Il y avait encore cinq mois à courir sur l'année 1870, lorsque sa santé l'obligea à donner sa démission. Le Conseil lui a maintenu ses trois traitements jusqu'à la fin de l'année. La dépense a été faite régulièrement, et comme comptabilité, nous n'avons aucune observation à faire à cet égard.

Cependant, comme nous avons le droit et même le devoir d'émettre des vœux pour l'avenir, nous pensons devoir, en signalant l'économie qui résultera, pour les premiers mois de 1871, de l'offre de M. Danglure de remplir gratuitement les fonctions d'agent, demander que ces fonctions soient désormais données non pas à un homme de science, mais à des employés pour lesquels un supplément de 1,000 à 1,200 fr. sera fort agréable. Lorsque les secrétaires, trésorier et archiviste voudront bien remplir leurs fonctions avec le zèle et le soin qu'y apportent les titulaires actuels, le travail réel de l'agent se réduira singulièrement, et trois jours de présence, de onze heures à cinq heures par semaine, y suffiront amplement, outre son assistance aux séances.

Nous n'aurions aucune observation à faire sur les gages du garçon, si nous ne pensions que le budget aurait dû ne pas comprendre les gratifications dans les attributions de gages, ce qui rend leur acquittement à peu près indispensable. Elles devraient être comprises dans les dépenses diverses. Ces quatre articles s'élèvent ensemble à 3,500 fr.

Le double loyer pendant quelques mois a élevé à 3,104 fr. 55 c., ce qui a été soldé sur cet article, outre une indemnité de 1,400 fr. payée au propriétaire de la maison de la rue de Fleurus; en totalité 4,504 fr. 55 c., au lieu de 2,870 fr. qui avaient été votés. L'augmentation déjà acquittée est donc de 1,634 fr. 35 c., non compris 1,100 fr. encore dus rue de Fleurus et qui devaient être payés par annuités et 3,000 fr. que nous devions payer par anticipation au nouveau propriétaire. La

Société de Météorologie devra entrer pour une petite part dans cet accroissement de dépenses. Il sera peut-être possible, dans des temps plus heureux, de louer notre belle salle de séances pour d'autres sociétés savantes.

Il n'a encore été payé sur le chauffage et éclairage que 495 fr. 60 c. sur 550 fr. votés. Nous devons espérer quelques réductions sur cet objet, grâce à nos nouveaux appareils de chauffage dont l'établissement est encore dû.

Sur les quatre articles de dépenses, ports de lettres, impressions d'avis et change, qui forment ensemble 755 fr. au budget, il a été payé 649 fr. 50 c.; boni. 105 fr. 50 c.

Sur le mobilier, au lieu de 800 fr., il a été payé 693 fr. 90 c., et sur la bibliothèque, portée pour 300, 142 fr. 65 c.; boni, 157 fr. 35 c.; mais nous devons tous les mémoires du menuisier et du peintre pour notre nouvel établissement.

Sur l'impression et le port du Bulletin, prévus ensemble pour 9,500 fr., il a été payé seulement 6,191 fr. 35 c.; mais nous devons environ 7,000 fr. à l'imprimeur. Nous avons aussi acquitté une somme de 300 fr. en menus frais sur les mémoires et 43 fr. en menues dépenses imprévues.

On comprend que, dans notre triste situation, nous n'ayons pu placer les 1,500 fr. soldés pour cotisations une fois payées. Nous avons eu aussi une augmentation de 50 fr. sur la pension de l'ancien garçon de bureau pour son déménagement.

III. — Résumé et conclusions.

En résumé, la totalité des dépenses acquittées au 31 décembre dernier s'est élevée à la somme totale de 16,474 fr. 05 c.

Les recettes étaient de....	17,227 fr.	38 c.
Les dépenses de.....	16,474	05
Il restait en caisse au 1er janv..	753	33

Ce compte ne serait point complet si nous ne présentions un aperçu des sommes que nous devons acquitter dans un délai peut-être prochain, car elles sont toutes exigibles. Nous devons donc :

1°	A l'imprimeur Blot, environ.....	7,000 fr.
2°	Au propriétaire, rue des Grands-Augustins..	3,000
3°	Au propriétaire, rue de Fleurus.....	1,100
4°	Au lithographe Becquet.....	600
5°	Loyer de la Société d'encouragement.....	300
6°	Au menuisier.....	400
7°	Au peintre.....	300
8°	Au brocheur.....	300
9°	Au serrurier.....	200
10°	A Roy pour charbon.....	150
11°	A Grandjean pour le déménagement.....	150
	Total treize mille cinq cents francs.	13,500

Dans une situation aussi fâcheuse, nous espérons que tous nos collègues qui ont laissé arriérer leurs cotisations, voudront bien se hâter de les acquitter ainsi que leurs cotisations courantes.

En terminant, nous demanderons à la Société de vouloir bien approuver les comptes présentés par son trésorier et lui voter des remerciements pour le zèle et l'intelligence qu'il a déployés dans ses fonctions, que les circonstances actuelles ont rendues si difficiles et si pénibles.

Mis DE ROYS, *Rapporteur.* E. DANGLURE.

Après quelques observations présentées par MM. Chaper, Jannetaz, Gaudry, etc., sur divers points de ce rapport, notamment sur les conditions à exiger d'un agent, et sur la part contributive des membres dans les frais d'impression de leurs mémoires, les conclusions du rapport sont adoptées.

Séance du 6 *mars* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

Le Secrétaire communique une lettre dans laquelle M. de Rouville lui annonce la douloureuse perte que la science et la Société ont faite, il y a quelques semaines, en la personne de M. Émilien Dumas, l'un des doyens des géologues du Midi. Cette triste nouvelle est accueillie par d'unanimes regrets, et le Secrétaire est chargé de prier M. de Rouville de vouloir bien rédiger une Notice nécrologique sur notre savant et regretté confrère.

M. Marcou annonce que Sir Roderick I. Murchison a été frappé, il y a quelque temps, d'une hémiplégie, mais que son état de santé s'améliore. M. le Président et le Secrétaire écriront une lettre de sympathie à l'illustre Directeur du *Geological Survey* d'Angleterre.

Séance du 20 *mars* 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Émile DEMEULES, licencié ès sciences naturelles, interne en médecine à l'hôpital de la Charité, à Paris, présenté par MM. Danglure et Collomb.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. de Helmersen :

1° *Uber Meeresmucheln aus der Nördlich vom Syr-Darja liegenden Sandwüste Kara-kum*, in-8°, 4 p., 1868;

2° *Notiz über die Berge Ak-tau und Kara-tau auf der Halbinsel Mangyschlak, am Ostuferdes Kaspischen Meeres*, in-8°, 10 p., 1870;

3° *Uber die Braunkohlenlager bei Smela im Gouvernement Kjew und bei Jelisawetgrad im Gouvernement Cherson*, in-8°, 40 p., 1870.

Le Président annonce la mort de M. Éd. Lartet, ancien président de la Société. Cette douloureuse nouvelle est accueillie par d'unanimes regrets.

Le Président communique une lettre par laquelle Sir R. I. Murchison remercie le Conseil et la Société de la sympathie qu'ils lui ont témoignée.

Séance du 19 juin 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce ensuite une présentation.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Delanoue, 1° *Du rôle des corps gazeux dans les phénomènes volcaniques ;* — 2° *Mode de formation de quelques roches volcaniques aux environs du Puy en Velay*, in-8°, 10 p., Paris, 1870.

De la part de M. Ernest Favre, *Étude sur la géologie des Alpes :* — 1° *Le massif du Moléson et les montagnes environnantes dans le canton de Fribourg*, in-8°, 48 p., 2 pl.; Genève, 1870, chez Georg.

De la part de M. Ch. Grad, *Observations sur les recherches de M. Payer sur les glaciers du Groenland*, in-8°, 22 p.; Genève, 1871.

De la part de M. H. Le Hon, *Préliminaires d'un mémoire sur les Poissons tertiaires de Belgique*, in-8°, 16 p.; Bruxelles, 1871, chez H. Merzbach.

Bulletin de la Société de géographie, année 1870.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, t. XL, 1870.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, t. XX, 2° partie, 1870.

Atti della Societa Italiana di scienze naturali, t. XII, année 1869; Milan.

Le Président annonce la mort de M. le Chevalier de Haidinger. M. Daubrée accepte de rédiger une Notice nécrologique sur ce savant distingué.

L'ordre du jour appelle l'examen et le vote des propositions suivantes, soumises par le Conseil à l'approbation de la Société :

« 1° La Société continuera à tenir ses séances pendant les deux mois de juillet et d'août.

« 2° La séance générale de 1871 est fixée au lundi 4 septembre, à 8 heures du soir.

« 3° Cette séance tiendra également lieu de réunion extraordinaire pour 1871. Des courses auront lieu aux environs de Paris, pendant la semaine du 5 au 10 septembre. »

Après un exposé, fait par M. le Président, des motifs qui ont inspiré ces propositions au Conseil, et quelques observations de MM. de Billy, Daubrée, Benoît, Chaper, etc., ces résolutions sont adoptées. Une circulaire les portera à la connaissance des membres de la Société.

M. Demeules communique un mémoire sur l'*âge du calcaire de Château-Landon*.

Au sujet de cette communication, M. Douvillé fait observer que la superposition des sables de Fontainebleau au calcaire de Château-Landon est démontrée depuis 1844. On trouve en effet dans l'*Essai d'une description géologique du département de Seine-et-Marne*, par M. de Sénarmont, publié à cette époque, une coupe très-exacte d'une des carrières de Château-Landon (p. 206); dans cette coupe se trouve mentionnée, au-dessus du calcaire d'eau douce exploité, une couche de calcaire grossier, sableux, blanchâtre, à coquilles marines, dont le niveau géologique est nettement indiqué un peu plus loin dans le texte : « Ces couches à coquilles marines représentent la partie basse de l'assise des sables supérieurs. » Sur la carte géologique du même département, publiée par H. de Sénarmont, le calcaire de Château-Landon est teinté comme faisant partie du *groupe lacustre inférieur*. La légende annexée à la carte indique que ce groupe comprend le travertin de la Brie, les marnes vertes et le travertin inférieur avec gypse en amas.

M. Douvillé ajoute ensuite quelques mots pour préciser la position de ce calcaire, telle qu'elle vient d'être établie par les ingénieurs attachés au service de la *Carte géologique détaillée de la France.*

Aux environs de Fontainebleau, la succession des couches est très-nette : à la base, sur les bords de la Seine, on exploite un calcaire bréchiforme que l'on peut suivre, d'un côté, jusqu'à Paris (calcaire de Champigny), et de l'autre, jusqu'à Montereau ; près de cette ville, on rencontre quelquefois, à la base de ce calcaire, des indices de fossiles marins, et au-dessous, des lambeaux de marne avec les fossiles d'eau douce du calcaire de Saint-Ouen. Comme à Champigny (1), ce calcaire est bien ici l'équivalent du gypse.

Au-dessus se développe un système marneux assez important, composé de trois termes : 1° des marnes, probablement d'eau douce, représentant le prolongement des marnes à ciment de Pantin ; 2° des marnes et glaises vertes offrant quelquefois (Héricy) une couche mince intercalée de calcaire oolitique (calcaire à ossements de tortue de Villejuif) ; 3° la formation marneuse de la Brie. Ce dernier étage est loin d'être ici exclusivement marneux, il renferme en outre des calcaires rosés avec empreintes de Cyclostome strié, des silex cacholongs et un calcaire bleu ou gris foncé, rempli de fossiles d'eau douce, remarquable par son odeur fétide.

L'étage de la Brie est recouvert par le système des sables de Fontainebleau. La base de cette formation est ordinairement cachée par les éboulis des sables et par suite rarement visible ; on peut y remarquer en quelques points, notamment à la ferme d'Oseille, près Dormelles, un calcaire marin rempli de milliolites, très-analogue au calcaire cité au même niveau, par M. Hébert, à Juvisy (2), et des marnes ou calcaires plus ou moins sableux, caractérisés par l'abondance de l'*Ostrea cyathula*. C'est le prolongement de ces couches qui a été indiqué à Château-Landon par H. de Sénarmont.

La route qui monte au nord de Champagne (rive droite de la Seine, près le confluent du Loing) donne une bonne coupe des couches inférieures aux sables de Fontainebleau : le calcaire fétide y est développé et très-fossilifère. En face, à Moret, on retrouve la même succession de couches : le calcaire de

(1) Hébert, *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVII, p. 800, 1860.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XIII, p. 601, 1856.

Champigny est très-largement exploité sur
Seine et du Loing, les marnes vertes se mont
points dans les tranchées du chemin de fer,
dessus, les fouilles exécutées pour les trava
des eaux de la Dhuys ont mis à découvert l
Si de là on remonte la vallée du Loing, on voit
vertes disparaissent rapidement; le système d
de la cohésion, les marnes sont remplacées pa
tandis que le calcaire de Champigny, toujours
sable à sa structure noduleuse, devient de plu
hérent, et finit par disparaître au sud de Nem
l'étage de la Brie se présente sous forme d'u
compacte, pouvant donner de la pierre de ta
général de couleur rosée, mais on y rencontre
parties noires et fétides. A mesure que l'on s'a
sud, cette couche prend de plus en plus d'importa
immédiatement sur la formation de l'argile plastiq
la suivre sans interruption jusqu'au delà de Châte

La description minéralogique du *marbre de C*
a été donnée avec une grande exactitude dans
géologique des environs de Paris, par Cuvier
(3e édition, 1835, p. 504) : il y est fait mention
brunâtre et même noirâtre qu'il présente dans quel
ses parties, ainsi que de la plus grande riches
d'eau douce des *parties noires et un peu argilo-bit*
sont bien là les caractères qui viennent d'être
l'étage de la Brie depuis Champagne.

Ce niveau, ainsi nettement caractérisé par sa
ou moins noire, son odeur fétide et sa richesse en
douce (malheureusement peu déterminables) (1)
dans toute la région comprise entre le Loing et
a été suivi jusqu'à Montereau, et même jusqu'à
tous les points où les marnes vertes sont visible
rieur à ces marnes. On s'est trouvé ainsi condu
davantage la position attribuée par H. de Sénar
caire de Château-Landon et à le placer au niveau
de la Brie.

(1) Postérieurement à la date de cette communicatio
M. Hébert, dans le mémoire déjà cité (*Bull.*, 2e série, t.
indique au niveau du calcaire de Brie, et comme provena
Landon, le *Planorbis cornu* et la *Limnea cornea*.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Meugy :

Réplique à la note de M. Piette sur le Lias (1); par M. Meugy.

Je ne puis me dispenser de répondre quelques mots à la note que M. Piette a fait insérer au *Bulletin* (t. XXVI, p. 602, séance du 2 mai 1870), pour combattre les considérations que j'ai exposées sur la formation du Lias.

Quand on n'envisage pas les faits au même point de vue, il n'est guère possible de s'entendre. M. Piette admet des zônes fossilifères qui peuvent exister réellement quand on embrasse à la fois un certain nombre de couches se rapportant à un même terrain ou à une même époque géologique, mais qui peuvent n'être qu'illusoires quand on veut restreindre ces zônes dans des limites trop resserrées. De mon côté, j'appuie ma manière de voir sur le caractère géométrique, c'est-à-dire sur les faits de superposition et de continuité. De là, le désaccord entre nous.

Je ferai abstraction de toute espèce d'amour-propre devant les attaques dirigées par notre collègue contre mon mémoire et, en cela, je ne fais que justifier le but commun que nous poursuivons : la recherche de la vérité. Si j'ai commis des erreurs, je ne demande pas mieux que de les reconnaître et je n'aurai pas à les regretter, en ce sens qu'elles auront au moins servi à mettre plus en lumière les solutions proposées jusqu'ici par les savants paléontologistes, MM. Terquem et Piette. Mais jusqu'à ce que ces erreurs soient bien démontrées, je prie mon honorable contradicteur de suspendre en ma faveur ce que son jugement peut avoir de trop absolu. Car les sciences d'observation ne me semblent pas comporter des idées trop exclusives, et ce qui paraît erroné aujourd'hui peut devenir vrai demain. Le temps exerce ici une grande part d'influence, puisque avec lui, les faits s'observent toujours plus nombreux et acquièrent de plus en plus de valeur, en raison des conditions nouvelles dans lesquelles ils peuvent être constatés.

M. Piette m'accuse de méconnaître un principe élémentaire

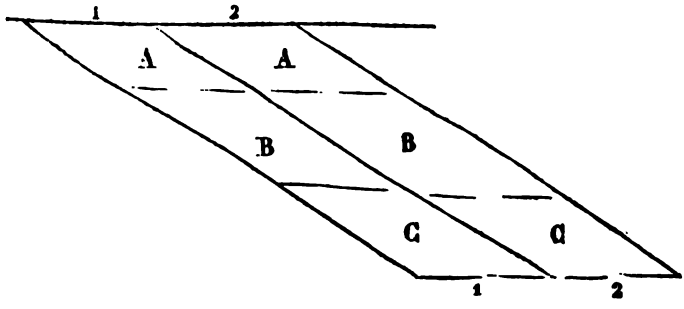
(1) Les circonstances de guerre expliquent le retard apporté dans l'insertion de cette réplique. M.

consistant en ce qu'à toutes les époques, les mers ont présenté, comme de nos jours, des fonds de nature variée. A Dieu ne plaise que je conteste un tel fait. Mais à côté de ce principe, il y a celui des assises régulières et celui de la continuité, c'est-à-dire que, quand un dépôt compris entre deux plans de stratification se poursuit sans interruption sur une grande surface, toutes les parties de ce dépôt, qu'elles soient partout minéralogiquement identiques ou qu'elles diffèrent plus ou moins entre elles à certaines distances, sont certainement contemporaines. De plus, quand il y a des variations dans le caractère minéralogique, ces variations ne s'opèrent pas ordinairement d'une manière brusque, mais bien par degrés, de manière à laisser voir le passage d'une roche à l'autre. J'ajouterai que les fonds vaseux admettent, la plupart du temps, des animaux d'espèces différentes, suivant leur nature, quand, par exemple, le calcaire y est ou non prédominant. De sorte qu'en suivant le même niveau géologique, il peut arriver qu'on rencontre en un point des fossiles qui n'existaient pas dans un autre. La faune fossile d'une même couche peut donc varier avec la composition du milieu, comme elle varie avec la profondeur des mers et avec la latitude.

Ce sont là certainement des principes qui ne sont pas moins vrais que celui rappelé par M. Piette. Et je pourrais lui dire, à mon tour, que peut-être (car je ne serai pas aussi affirmatif vis-à-vis de lui qu'il l'a été vis-à-vis de moi), que peut-être il a pu se tromper en accordant trop d'importance au caractère paléontologique.

Le diagramme inséré à la page 613 de sa note, me donne bien le droit, je pense, d'émettre un doute au sujet des conclusions de notre collègue, car on y voit le même dépôt continu traversé par des zônes coquillères différentes. Ainsi, par exemple, celui où figurent sous les n°s 4, 5 et 7, les marnes d'Helmsingen, de Jamoigne, de Warcq et de Strassen, comprend à la fois trois zônes superposées horizontalement l'une à l'autre, et qui sont de bas en haut : la zône à *Ammonites planorbis*, celle à *Am. angulatus*, et celle à *Am. bisulcatus*. N'est-ce pas comme si l'on disait qu'une même couche est caractérisée à sa partie supérieure par l'*Am. bisulcatus*, à sa partie moyenne par l'*Am. angulatus*, et à sa partie inférieure par l'*Am. planorbis* ? Si cette conséquence ne résulte pas immédiatement de la figure, je ne sais pas ce que celle-ci signifie, à

moins qu'on ne prétende soutenir que les dépôts ne se forment pas parallèlement aux plans de stratification. Or, en envisageant les choses de cette manière, je suis d'accord avec M. Piette, en ce sens qu'une même assise peut renfermer des fossiles différents. Mais alors il ne faudrait pas parler de zônes qui n'ont rien à faire avec la stratification et qui, comme le montre le diagramme auquel je renvoie, peuvent s'appliquer à plusieurs couches successives. Pour rendre plus clairement ma pensée, je suppose que des fossiles A, B, C, soient répandus à divers niveaux dans deux couches superposées l'une à l'autre :



fera-t-on une zône A, une zône B, une zône C? En agissant ainsi, on raccorderait entre elles des couches ou plutôt des parties de couches qui n'ont évidemment aucun rapport et qui sont d'époques différentes.

Je ne veux pas dire que M. Piette soit tombé dans cette erreur, et j'aime mieux croire que son diagramme a mal rendu sa pensée. Mais enfin, ce diagramme, tel qu'il est, semble conduire à des conclusions qui sont tout à fait en opposition avec celles qui résulteraient de la stratigraphie.

Que si notre collègue entend qu'à chaque époque, il y a eu, d'un côté, un dépôt de marnes, et, de l'autre, un dépôt de grès synchroniques, qu'il veuille bien indiquer les points de jonction des deux roches dans une même zône. Et s'il se fonde uniquement sur la faune pour rapprocher ces dépôts, je lui dirai que cette faculté peut lui être contestée, non-seulement en raison de la continuité qu'affectent les couches de marnes ou de grès, mais aussi parce qu'il ne peut se flatter de connaître d'une manière complète tous les fossiles de chaque terrain. Et en vérité, il paraîtrait bien singulier qu'au passage

de deux époques fossilifères consécutives, les dépôts de marnes et de grès pussent se raccorder entre eux de manière à présenter par leur ensemble l'aspect de véritables couches constituées, soit par l'une, soit par l'autre roche.

M. Piette affirme (p. 612 de sa note) n'avoir jamais dit que la marne à gryphées arquées de Strassen se réunit à celle de Jamoigne pour séparer le grès de Luxembourg des calcaires sableux et en faire deux massifs distincts. Cependant la marne de Strassen est bien indiquée sur la légende du diagramme (p. 613) sous le n° 7, avec la marne de Jamoigne et celle de Warcq. Or, si la marne de Strassen se trouve réellement dans le prolongement de celle de Warcq, celle-ci étant inférieure aux calcaires sableux, tandis que celle-là est supérieure au contraire au grès de Luxembourg, il est bien clair que dans cette hypothèse les grès calcaires de l'est et de l'ouest seraient séparés l'un de l'autre par la couche marneuse.

Continuons l'examen du même diagramme. On y voit encore indiquées sous le n° 9 les marnes de Strassen et de Warcq dans la zône à *Belemnites brevis*. Or, je me demande comment il peut se faire que ces marnes, portées sous le même numéro et considérées par suite comme appartenant au même horizon géologique, malgré les altitudes si différentes des deux localités, puissent se trouver d'un côté inférieures et, de l'autre côté, supérieures au même banc de grès, comme l'indique la figure.

Autre remarque. Les n°s 1, 2, 3, 4, etc., se rapportant à la série des couches successives classées par ordre d'ancienneté, la marne à *Belemnites brevis* (n° 9) devrait être recouverte par le grès que caractérise le même fossile (n° 10), tandis que dans la coupe d'Arlon à Habay (*Bull.*, t. XIX, pl. VIII, fig. 1), c'est la marne au contraire (n° 7) qui recouvre le grès (n° 6).

Enfin, si la zône à *Ammonites planorbis* n'a jamais contenu d'*Ostrea arcuata*, comme l'affirme M. Piette (p. 607), comment se fait-il que ces deux fossiles se trouvent précisément réunis dans les calcaires marneux de la colline d'Helmsingen? (*Bull.*, t. XIX, p. 348).

Serait-ce là le résultat d'un classement basé exclusivement sur les fossiles? Je serais disposé à le croire, quand j'entends M. Piette faire appel à ma logique (p. 612) pour reconnaître qu'à l'époque du Lias inférieur, des marnes et des grès ont pu se former synchroniquement. Mais le motif sur lequel notre honorable collègue s'appuie pour m'adresser cet appel ne me

paraît pas fondé, car il n'y a pas absence de relation minéralogique, comme il paraît le croire, entre le calcaire sableux moyen des Ardennes et les marnes à *Ostrea cymbium* de la Moselle, et je crois avoir déjà fait remarquer dans ma note que ce calcaire sableux à gryphées cymbium devient très-marneux vers sa partie supérieure, comme on peut l'observer à Villette, près de Sédan.

Je n'irai pas plus loin dans cette réplique, et je répéterai ici qu'en ce qui concerne le raccordement des couches liasiques du Luxembourg avec celles des Ardennes, la question la plus grave qui reste en suspens est celle du prolongement de la marne à gryphées arquées de Strassen vers l'ouest. Se soude-t-elle à celle de Jamoigne, ou bien se perd-t-elle aux environs d'Arlon? D'après la grande coupe d'Arlon à Habay, (*Bull.*, t. XIX, p. 344), où elle est indiquée sous le n° 5, elle existerait encore et paraîtrait même assez développée entre Heinsch et Stokem; mais les auteurs n'ayant donné que la succession des assises sans faire connaître leurs épaisseurs, on reste indécis sur le point de savoir si cette marne, dont la puissance est de 5 à 10 mètres seulement aux environs de Luxembourg, tend à s'amincir vers l'ouest, du côté de Stokem, tout en se tenant à distance des marnes de Jamoigne, qui affleurent sur la rive droite de la Semois. J'ai adopté cette dernière opinion qui est celle de M. Dewalque, et qui est aussi conforme aux indications portées sur la carte géologique de la Belgique, par A. Dumont, bien que je reconnaisse qu'elle aurait besoin d'être appuyée par quelques nouvelles observations.

Le secrétaire communique un travail de M. Ch. Grad sur l'*Histoire de la géologie stratigraphique*. Ce travail est renvoyé à l'examen de la Commission du *Bulletin*.

M. Marcou signale l'existence de traces incontestables de glaciers (stries) près de Salins, sur la route de Pontarlier, à l'altitude d'environ 340 mètres, et à Passenans, près Lons-le-Saulnier, vers la côte, 280 mètres.

M. Gervais se charge de rédiger une notice nécrologique sur M. Éd. Lartet.

Séance du 10 juillet 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAI

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du p la dernière séance, dont la rédaction est a

Par suite de la présentation faite dans la c le Président proclame membre de la Sociét

M. Eug. Berson, à Meulan (Seine-et-Oise MM. P. Gervais et Jannetaz.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de MM. Delesse et de Lapparent, *pour les années* 1867 et 1868 (t. VII), in-8°; P Dunod.

De la part de M. P. Cazalis de Fondouce, *période préhistorique fournis par la région d l'Hérault*, in-8°, 36 p.; Montpellier, 1870, che

De la part de M. Th. Davidson :

1° *British fossil Brachiopoda. Silurian*, part. 397, pl. 38-50, in-4°; Londres, 1871.

2° *On Italian tertiary Brachiopoda*, 1re et 2 28 p., 5 pl.; Londres, 1870, chez Trübner an

De la part de M. A. d'Achiardi, *Alla memo* in-8°, 58 p.; Pise, 1871, chez Nistri frères.

Comptes rendus de la Société scientifique et tomes I et II, 1869 et 1870.

Bulletin de la Société des sciences naturelle 1re année, 1868.

Mémoires de la Société des sciences naturelle t. VI, 1866-1870.

Bolletino del Real Comitato geologico d'Italia,

M. Parran présente de la part de la *Soci littéraire* qui vient de se fonder à Alais, les

volumes des comptes rendus de cette Société. (V. la *Liste des dons*). Il demande que la Société géologique veuille bien échanger son *Bulletin* contre les publications de la Société d'Alais. Cette demande est renvoyée à l'examen du Conseil.

M. Delesse fait hommage à la Société, tant en son nom qu'au nom de son collaborateur, M. de Lapparent, du tome VII de la *Revue de Géologie* (V. la *liste des dons*).

Cet ouvrage était terminé depuis plus de neuf mois, mais les siéges successifs de Paris ont retardé sa publication jusqu'à cette époque.

Comme les années précédentes, la *Revue de Géologie* cherche à donner une analyse succincte et méthodique des nombreux travaux qui contribuent à enrichir la science. La classification qu'elle a adoptée est à peu près celle de M. J.-D. Dana, et comprend cinq parties :

1° *Préliminaires et géologie physiographique.* — Orographie et traits principaux de la surface du globe.

2° *Géologie lithologique.* — Étude des roches et de leur gisement. Roches proprement dites et roches métallifères.

3° *Géologie historique.* — Étude des terrains au point de vue stratigraphique et paléontologique. Lois du développement des végétaux et des animaux qui vivaient pendant la formation de ces terrains.

4° *Géologie géographique.* — Examen des cartes et des descriptions publiées sur les différentes régions géologiques.

5° *Géologie dynamique.* — Étude des agents et des forces qui ont produit des changements géologiques, ainsi que de leur mode d'action. Systèmes de montagnes. Métamorphisme. Cosmogonie.

M. Delesse a spécialement traité la deuxième partie, comprenant les roches ou la géologie lithologique; il s'est occupé également de ce qui est relatif aux phénomènes actuels et au métamorphisme.

M. de Lapparent s'est chargé de la troisième partie, comprenant les terrains ou la géologie historique; il s'est chargé en outre des systèmes de montagnes.

M. Gruner fait la communication suivante :

Note sur les Nodules phosphatés de la Perte
par M. L. Gruner.

On sait, depuis longtemps, par les travaux du de M. Austen en Angleterre, de MM. Berthier, I mont, Delanoue, Meugy, etc. en France, que les rieurs du terrain crétacé, et, parmi eux, particu *Gault*, sont riches en *nodules* phosphatés. On a cr que ces nodules étaient de véritables *coprolithes*, p que le Dr Buckland avait fait connaître, dès 1829, de Lyme-Regis. Mais, ainsi que le remarque M. I mont, dans son beau travail sur l'utilité agricole du les nodules du Gault semblent être plutôt des co de véritables coprolithes. Le Dr Fitton n'y a décou ment d'os, ni écailles de poissons. Il y constata d coquilles, réunis et cimentés par une masse terre leur foncée, essentiellement formée de phosphate nate de chaux, masse teintée en brun par une m nique de nature bitumineuse ou animale.

M. Daubrée, dans son rapport sur les *phosphori* sition de 1867, paraît aussi considérer les dépôts du *Gault*, comme de simples *nodules*, formés par crétion, et déclare qu'on leur donne, à tort, dans le le nom de *coprolithes*.

En examinant, en effet, les nombreux échantil dules phosphatés, déposés à l'École des Mines pa lon, on y reconnaît aisément de véritables conc fragments de coquilles ont été réagglutinés par terreuse, plus ou moins brunie par une matière Ces nodules proviennent surtout des Ardennes, d de la Sarthe et de l'Yonne.

Ayant eu récemment occasion de visiter plusi environs de la Perte du Rhône, j'en ai profité po composition et la manière d'être des phosphates q de découvrir aussi sur ce point, dans le terrain d tenais à constater surtout la véritable nature de ce coprolithes.

Tout le monde connaît les terrains de la Perte MM. de Saussure, Necker, Itier, V. Pictet, A. Fav successivement occupés, et M. Renevier en a publ une description détaillée, fort exacte, avec carte g

l'appui. Le savant professeur de Lausanne a étudié, couche par couche, et déterminé avec beaucoup de soin les nombreux fossiles de chacun des bancs. Or il n'y mentionne ni nodules, ni coprolithes, et ne parle pas de la présence des phospates, dont on ne soupçonnait pas alors l'existence. En effet, on ne voit là, ni dans le Gault, ni dans les étages supérieurs ou inférieurs, aucun nodule d'apparence coprolithique et même aucune concrétion proprement dite, rien qui ressemble à un agglomérat formé de fragments de coquilles ressoudés en nodules par un ciment terreux; et cependant il s'y trouve de nombreux fossiles riches en phosphates. Ce sont, comme je vais le montrer, les *moules* eux-mêmes des coquilles fossiles, qui sont formés d'un mélange, ou d'un composé intime, de phosphate et de carbonate de chaux. Les moules sont d'ailleurs presque tous entiers, la plupart munis de leur test, et, en tous cas, non cimentés les uns aux autres en nodules irréguliers. Si, parmi eux, il y a de véritables coprolithes, ils doivent être extrêmement rares.

Voici la coupe du terrain, d'après M. Renevier :

Au-dessous du diluvium et de la molasse tertiaire viennent d'abord les *marnes et sables supérieurs du Gault*, dont la puissance, en amont de la Perte et le long du Rhône, atteint 75 mètres. Ailleurs, cependant, cette épaisseur est plus faible; les eaux agitées, qui ont déposé la molasse coquillière, ont dû remanier ces assises meubles, car, sur plusieurs points, le grès tertiaire repose presque directement sur le Gault proprement dit. Les marnes et les sables supérieurs ne renferment d'ailleurs ni fossiles ni phosphates.

Sous ces sables on rencontre le *Gault* (l'Albien de d'Orbigny); sa puissance ordinaire est, sur ce point, de 6 à 7 mètres. Or, vers le milieu de cette masse argilo-sableuse, riche en glauconie, se trouvent trois bancs, remplis de fossiles, dont les deux premiers reposent directement l'un sur l'autre :

Le *supérieur*, désigné sous la lettre *a* par M. Renevier, est un grès jaunâtre, tendre, de $0^m,80$;

Le *moyen*, marqué *b*, est un sable bleu verdâtre, légèrement argileux, de $0^m,60$.

L'*inférieur*, séparé du banc moyen par 1 à 2 mètres de sable verdâtre marneux, se compose surtout d'un assemblage confus de coquilles friables parmi du sable vert : c'est le banc *c* de M. Renevier, à la base même du Gault; son épaisseur utile est de $0^m,40$.

Ce sont les moules des nombreux fossiles de t
qui se composent surtout de phosphate de chaux.
du banc phosphaté est, par suite, de 1m,80.

Les fossiles les plus nombreux de ces trois
d'après M. Renevier :

Pour le banc supérieur *a* : *Ammonites Beudant*
varicosus, Sow.; *Am. Mayorianus*, d'Orb.; *Avellana*
d'Orb.; *Solarium cirroïde*, d'Orb.; *Sol. conoïdeum*,
mus sulcatus, Park.; *In. concentricus*, Park.; *Hol*

Pour le banc moyen *b* : *Ammonites Beudant*
mamillatus, Schl.; *Am. varicosus*, Sow.; *Avellana*
d'Orb.; *Rostellaria Orbignyana*, Pict. et Rx.; *Nu*
Sow.; *Nuc. ovata*, Mant.; *Inoceramus concentric*
miaster minimus, Des.

Pour le banc inférieur *c* : *Ammonites mamillat*
tardefurcatus, Leym.; *Am. Milletianus*, d'Orb.; *A*
crassata, d'Orb.; *Astarte Dupiniana*, d'Orb.; *Inoc*
tus, Park.

Au-dessous du Gault on rencontre l'*Aptien sup*
et l'*Aptien inférieur* de 15 mètres.

Le premier commence par une assise de 0m,
grès dur, plus ou moins calcaire, à grains verts
M. Renevier. Elle est criblée de fossiles, à test
épais, mais ni ces fossiles, ni ceux des assises i
renferment des proportions appréciables de
chaux.

Entrons maintenant dans quelques détails su
tion spéciale de la couche à phosphates et la na
des fossiles, en nous bornant toutefois aux deu
rieurs, les seuls entamés par les travaux lors d
des lieux.

Quoique les deux bancs *a* et *b* de M. Renevier
plus ou moins identiques, dans tous les environ
du Rhône, ils n'ont pourtant pas constamment l
sance ni le même aspect.

A la Perte même, dans les bords escarpés de
on trouve, sous un toit argilo-sableux rouge as
banc fossilifère jaune ocreux (couche *a*).....

Un grès vert tendre argilo-sableux (couche *b*)
des fossiles vers la base, où les Oursins semblen
dominer.....

Total.....

En abattant une tranche d'égale épaisseur sur toute la hauteur, et lavant avec soin la masse abattue, on obtient 20 p. 100 de moules ou fossiles phosphatés. Le sable entraîné se compose surtout d'un mélange de grains verts (*glauconie*), de sable quartzeux hyalin et d'argile plus ou moins marneuse. Vers le haut du banc *b* se rencontre une veine de grès calcaire de 0m,10 à 0m,15.

A trois kilomètres au nord de la Perte, au village de Lancrans, sur la rive gauche de la Valserine, au fond d'une courte galerie, la couche phosphatée mesure 1m,00 à 1m,20.

Vers le haut, un banc jaune ocreux (couche *a*).....	0m,40 à 0m,50
Au-dessous un banc stérile, contenant une faible veine de grès blanc dur.....	0 , 30 0 , 30
Vers la base, la couche *b* riche en fossiles, parmi lesquels beaucoup d'Oursins; le sable argileux encaissant est ici jaune ou rouge...	0 , 30 à 0 , 40
Total.....	1m,00 à 1m,20

Une tranche d'épaisseur uniforme, prise sur toute la hauteur, a fourni au lavage 27,7 p. 100 de coquilles phosphatées.

En descendant la vallée du Rhône, jusqu'à la distance de 2 à 3 kilomètres en aval de la Perte, on retrouve partout l'affleurement de la couche du Gault, à l'ouest du chemin de fer, le long des nombreux ravins qui se rendent au Rhône.

Au village d'Arlod, dans une tranchée, j'ai relevé la coupe suivante :

	m
Toit de la couche, sable vert dur : Sable vert riche en fossiles (couche *a*).....	0,60
Grès calcaire dur stérile.....	0,20
Sable à fossiles..... } (couche *b*).....	0,10
Sable vert tendre pauvre en fossiles } (couche *b*).....	0,30
Banc vert riche en oursins..... } (couche *b*).....	0,20
Total.....	1,40

Une tranche de la couche a fourni au lavage 20 p. 100 de coquilles lavées. Sur ce point, le sable est d'un vert foncé, et la glauconie extrêmement abondante. Les fossiles eux-mêmes ont une couleur verte, à cause du sable adhérent que l'on a quelque peine à enlever complétement.

Enfin, entre Arlod et Bellegarde, dans les communaux de Vouvray, j'ai constaté les bancs suivants :

Banc coquillier jaune (couche *a*).....
Banc sableux bleu verdâtre peu riche.....
Grès stérile dur.....
Banc argilo-sableux riche en oursins (couche *b*).....

Total.....

La proportion de fossiles n'a pas été fixée ic direct; mais, par comparaison, on peut l'évalu 20 p. 100 du poids de la masse.

Les fossiles lavés, dont je viens de parler, sont entiers et assez bien conservés. On les rencontre a bon état dans la couche inférieure; le test y est

Les moules sont plus durs et plus denses que siles ordinaires dans les autres formations. L'asp ture de ces moules varient cependant avec la tail du fossile. Lorsque l'orifice, par lequel le vide i munique avec le dehors, est étroit, comme dans l sins et les chambres intérieures des céphalopod se compose d'une masse homogène, dense et con sure esquilleuse, presque exclusivement formée intime de phosphate et de carbonate de chaux, c l'emporte de beaucoup sur le second. La nuance blond clair, ou bien jaune, brun, plus rarement proportion de matière organique animale mêlée a

Par contre, lorsque la communication est plu le dehors et l'intérieur de la coquille, le noyau pl caire est plus ou moins criblé de grains sableux bl c'est le cas des grandes chambres extérieures podes, de la plupart des gastéropodes et des coqui La teneur en phosphate se trouve alors plus ou mc Il en est de même, bien entendu, lorsque le test coquille est relativement épais, ou lorsque le deb n'a pas été suffisamment nettoyé de tout sable a circonstances expliquent les teneurs assez variées les analyses.

Voici d'abord la composition d'un petit oursi de la partie inférieure de la couche de Lancrans, fragment de Nautile, pris dans une fouille ouve rons du village de Mussel, entre Arlod et Bellegar

(1) Toutes les analyses ont été faites dans le laboratoir

	PHOSPHATE DE CHAUX.	CARBONATE DE CHAUX.	SABLE VERT.
Ourain de Lancrans.....	70,6	17,4	12,0
Nantile de Mussel.....	65,3	29,6	5,1

Le Nautile est riche en calcaire, à cause de la plus forte épaisseur du test de la coquille. Je dois ajouter que, dans la plupart des analyses, le carbonate de chaux, dosé par différence, comprend 2 à 3 p. 100 de matière organique et d'eau.

Je citerai, en second lieu, trois analyses de moules plus ou moins criblés de grains sableux visibles à l'œil nu.

	PHOSPHATE DE CHAUX.	CARBONATE DE CHAUX.	SABLE VERT.
Gryphée de Mussel.....	52,00	24,25	23,75
Fragment d'une grosse ammonite de Lancrans....	46,20	22,80	31,00
Inocérame de Lancrans...	38,25	33,55	28,20

Après avoir déterminé la composition d'un certain nombre de coquilles isolées, j'ai désiré connaître la teneur moyenne des coquilles fournies par les essais de lavage ci-dessus mentionnés.

A cet effet, j'ai divisé les coquilles lavées, par triage et tamisage, en trois lots distincts, qui ont fourni à l'analyse les résultats suivants :

N° 1. Les fossiles de la rive *droite du Rhône*, à la Perte même, ont donné :

---

agénieur à Genève, en avril et mai 1871, quelques-unes par moi-même, la plupart par mon frère. Lorsque l'attaque accusait une proportion sensible de fer, on l'isolait avec l'alumine par l'acétate de soude. Mais le plus souvent on a négligé l'oxyde de fer, à cause de sa faible proportion. On n'a pas cherché le fluor, mais il est possible que là, comme en Angleterre, le phosphate de chaux soit en partie associé à du fluorure de calcium.

FOSSILES TRIÉS en trois lots.	PROPORTIONS relat. par 100.	PHOSPHATE de chaux.	CAR de
Gros riche.....	29,4	60,5	[illegible]
Gros ordinaire.....	54,8	57,0	[illegible]
Menu séparé au tamis.	15,8	55,1	[illegible]
Composition moyenne.	100,00	57,74	[illegible]

(*Note*). Les phosphates sont très-peu ferrugineux.

N° 2. Les coquilles de *Lancrans* ont fourni

FOSSILES TRIÉS en trois lots.	PROPORTIONS relat. par 100.	PHOSPHATE de chaux.	CAR de
Gros riche.....	24,4	52,8	[illegible]
Gros ordinaire.....	52,2	46,2	[illegible]
Menu séparé au tamis.	23,4	33,4	[illegible]
Composition moyenne.	100,00	44,81	[illegible]

(*Note*). Les phosphates sont légèrement ferrugine[illegible]

N° 3. Les fossiles d'*Arlod* ont donné :

FOSSILES TRIÉS en trois lots.	PROPORTIONS relat. par 100.	PHOSPHATE de chaux.	CAR de
Gros riche.....	22,5	57,3	[illegible]
Gros ordinaire.....	52,9	43,0	[illegible]
Menu séparé au tamis.	24,6	31,4	[illegible]
Composition moyenne.	100,00	43,37	[illegible]

(*Note*). Les phosphates sont très-peu ferrugineux.

Ces analyses montrent que tous les fossiles ont, dans leur ensemble, une teneur élevée en phosphate de chaux lorsqu'ils sont convenablement isolés du sable encaissant.

Il restait à examiner ce sable lui-même, ainsi que la masse entière de la couche, avant son enrichissement par voie de lavage.

Voici les résultats quant au sable qui couvre ou entoure le banc à fossiles :

	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.	SABLE argileux vert.	OXYDE de fer.	EAU.
Sable vert de la couche à fossiles phosphatés.....	5,36	16,08	74,00	0,46	4,10
Sable rouge du toit du gîte à la Perte même (rive droite).	3,92	16,85	77,68	traces.	1,55

On voit, par ces chiffres, qu'en dehors des fossiles proprement dits, le sable encaissant renferme peu de phosphates. Il doit même paraître assez probable que les 4 à 5 p. 100 de phosphate contenu proviennent en réalité de très-petits fossiles, ou de menus fragments de coquilles plus grandes. Ce qui semblerait le prouver est l'analyse suivante.

La masse entière de la couche de la rive droite à la Perte même, c'est-à-dire le mélange de fossiles et de sable, tel qu'il fut fourni par la tranche d'égale épaisseur, prise sur toute la hauteur de la couche, m'a donné les résultats suivants :

	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.	SABLE argileux vert.	OXYDE de fer et alumine.	EAU et bitume.
Composition moyenne de la couche de la Perte même (rive dr.)	11,91	25,36	57,64	4,29	0,80

Or, on a vu que cette masse a fourni, lors du lavage, 20 p. 100 de fossiles, lesquels, d'après l'analyse ci-dessus rapportée sous le n° 1, renferment en moyenne 57,8 p. 100 de phosphate de

chaux, ce qui donnerait pour la sse entière, le sable lui-même tout à fait [illegible], 57,8×0,20 de phosphate calcaire, chiffre peu inférieur au ci-dessus trouvés.

Nous avons aussi analysé le mince banc de gr qui figure dans toutes les coupes de la couche entre les deux bancs *a* et *b* de M. Renevier. L'éc de la fouille du village de Mussel.

Voici sa composition :

	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.	SABLE argileux vert.	OXI et
Grès calcaire dur formant une veine entre les bancs *a* et *b*.	traces.	69,69	20,12	

Il suit de là que le calcaire, pas plus que le ferme du phosphate de chaux, et que ce dei ment concentré, à peu près exclusivement, c des coquilles fossiles.

Depuis ma visite des lieux, en avril et mai, c qué la couche *c*. Sa puissance utile varie entre et la masse des coquilles renferme, en moyenn phosphate de chaux.

J'ajouterai encore que nous avons examin moules de la couche *d*, de 0m,75, par laquelle s tien supérieur au-dessous du Gault. Ils renfern traces de phosphate. Le phosphore semble dor Rhône, spécialement caractériser le Gault. Da France et en Angleterre, on trouve aussi des p la craie chloritée et le grès vert inférieur; mais les recherches de M. de Molon, que dans le Ga phate est *abondant*.

Mais d'où vient cette accumulation de pho dans l'intérieur des fossiles du Gault? Il est l l'animal, qui a vécu dans la coquille même, n tant de phosphore. Le phosphate a dû venir d ailleurs, dans certains fossiles, la silice crista

de fer, la baryte sulfatée, la galène, etc.; et ce phosphate n'a pu y arriver qu'à l'état de *dissolution*, et non sous forme de *pâte molle*, par l'orifice même de la coquille, puisqu'alors on y trouverait constamment des grains verts du sable encaissant, ce qui n'a lieu, comme je l'ai déjà dit, que pour les coquilles plus ou moins ouvertes. La dissolution est encore prouvée par ce fait que, dans certaines localités (la Meuse et les Ardennes, par exemple), on trouve parfois, au milieu des fossiles ou des nodules phosphatés, des fragments de bois fossile également transformés en phosphate calcaire. Quant au dissolvant, il est plus que probable, comme le supposent MM. Élie de Beaumont et Daubrée, que c'est l'eau elle-même, chargée d'acide carbonique, qui a maintenu le phosphate en dissolution. Mais, encore une fois, d'où vient, pendant cette période du Gault, cette énorme accumulation de phosphate calcaire? Je dis *énorme*, parce que non-seulement on trouve dans le district de la Perte du Rhône, par mètre carré, 6 à 800 kilos de fossiles phosphatés, tenant 300 à 400 kilos de phosphate pur, mais encore le Gault semble être également, partout ailleurs, caractérisé par la présence des phosphates. C'est le cas en Angleterre et en France, et cela aussi bien au *centre* des bassins crétacés, à Paris par exemple, où le puits de Grenelle les a rencontrés à la profondeur de 500 mètres, que vers les bords, ou du moins sur les points où le Gault affleure aujourd'hui, tels que les Ardennes, la Meuse, l'Yonne, la Sarthe, etc.

Il en est de même dans les Alpes suisses. Le Dr Picard, professeur à Bâle, a constaté 36 à 43 p. 100 de phosphate calcaire dans les nodules du Gault à Yberg (Schwyz), au Sentis (Appenzell), au Glärnisch (Glaris), au lac de Lungern (Unterwalden), etc. (1). Or, dans tous ces lieux, le phosphate calcaire est accompagné de matière organique, et M. Renevier fait remarquer que la faune du Gault, à la Perte du Rhône, est essentiellement *littorale*. J'ajouterai que la bonne conservation des coquilles prouve non-seulement un dépôt littoral, mais encore l'existence d'une *lagune*, d'un *bas-fond* protégé par un cordon littoral, où ni la marée, ni les vagues n'ont eu de prise sur les êtres vivant en ces lieux. Il se pourrait donc que le phosphate calcaire fût principalement dû à l'accumulation prolongée de débris d'animaux qui auraient vécu et qui seraient morts sur ces points pendant la période du Gault. C'est l'hy-

(1) Brochure parue à Zurich en 1866.

pothèse du Dr Fitton. Et à l'appui de cette hypothèse
citer les accumulations d'ossements, de dents et de
dans le *bone-bed* de l'Infra-lias et le *crag* supérieur du

Si, dans le Gault, on ne trouve en général, ni
coprolithes, ne se pourrait-il pas que ces coprolithes
débris phosphatés de sauriens, de poissons et d'ani
rins divers, eussent été dissous par l'acide carboniq
son tour, aurait cédé lentement, par voie de concré
coquilles déjà enfouies dans la vase du fond de la
mélange intime de phosphate et de carbonate de ch

Cette explication n'exclut pas, au reste, une autre h
selon laquelle le phosphate calcaire serait venu de
deurs du sol, comme les sources thermales des filon
tionnés. Il faut bien que le phosphate des os soit pri
nière analyse, aux eaux ou aux roches de notre glob
peut admettre, jusqu'à un certain point, que le dévelo
des êtres vivants, au sein des eaux, a dû être favori
présence des phosphates dissous. Mais à l'apparition
sources phosphatées, *pendant la période même du Ga*
permettrai cependant de faire une objection. On co
filons de phosphates calcaires, alumineux, ferreux e
dans les terrains primaires et paléozoïques; mais je
pas que l'on ait jamais trouvé un filon phosphaté dan
rain jurassique; et, cependant, pour que le Gault ai
envahi par des sources phosphatées, il eût fallu
sources se fissent jour au travers du sous-sol jura
néocomien. Jusqu'à ce que ces filons aient pu être c
l'origine thermale *directe* du phosphate calcaire, p
période du Gault, me semble donc assez problématic
crois devoir adopter plutôt l'hypothèse du Dr Fitton.

A la suite de cette communication, MM. Hébert, D
Daubrée, Delesse et Chaper présentent quelques
tions.

Observations de M. Daubrée.

Les faits que M. Gruner vient d'exposer, concorde
fait avec ceux que M. Lory a fait connaître dans le Dau

(1) *Bulletin de la Société de statistique et des sciences na*
l'Isère, 2e série, t. IV, 1858-1860.

En un assez grand nombre de localités des départements de l'Isère, de la Drôme, de la Savoie, l'étage du Gault présente en effet une couche phosphatée assez mince, mais à peu près continue, dont l'aspect est caractéristique. C'est un grès grossier formé par l'agglomération de sable et de gravier. Sur quelques points, le phosphate de chaux constitue les moules intérieurs de fossiles qui abondent dans cette couche. Le phosphate de chaux se trouve également dans les parties où la couche ne renferme pas de moules de fossiles bien conservés; il y est alors sous la forme de petits galets arrondis qui ne paraissent eux-mêmes autres que des moules de fossiles roulés et devenus méconnaissables par l'usure.

Chaque jour, les phosphates se révèlent avec plus d'abondance dans les terrains stratifiés, à mesure qu'on les étudie d'une manière plus attentive à ce point de vue. Ainsi, dans le terrain crétacé, ce n'est plus seulement en France et en Angleterre qu'on les rencontre, mais aussi en Bohême, dans les Alpes de la Bavière, dans la Russie méridionale, où ils forment le ciment de la pierre connue aux environs de Koursk sous le nom de *Samarode*, et d'autre part, jusqu'en Espagne et en Portugal. Le terrain jurassique, le terrain houiller, où on les exploite maintenant en Westphalie, le terrain silurien du Canada, dans ses couches inférieures, présentent d'autres exemples de la présence des phosphates dans d'autres groupes (1).

Quand même une partie de ces phosphates aurait passé par l'organisme de certains animaux, avant d'être enfouie dans ces couches, il y a lieu de se demander comment le phosphore a été apporté avec une telle abondance dans les anciennes mers.

L'eau de l'océan actuel ne renferme l'acide phosphorique que par traces, et rien n'autorise à supposer que la mer en ait primitivement renfermé en dissolution en assez grande quantité, pour l'abandonner successivement et tout particulièrement dans certaines périodes.

L'écorce granitique ne renferme des phosphates qu'en quantité très-faible et accidentellement.

Au contraire, dans des régions plus profondes du globe, il se trouve des quantités considérables de phosphore, à en juger

(1) Découverte et mise en exploitation de nouveaux gisements de chaux phosphatée. *Annales des Mines*, 6e série, t. XIII, p. 67, 1868.

par les roches éruptives basiques, laves, dolérites, qui nous en sont arrivées. C'est de ces régions que a été apporté à la surface, dans la pâte même des r tives, dont des décompositions l'ont séparé pour le circulation à l'état de combinaisons diverses. Dans cas, ce même corps a fait son ascension par d'autres dans l'intérieur des filons métalliques et autres dont l'apatite fait partie. Enfin, il a pu s'élever par failles, sous forme de sources thermales, telles qu connaissons encore aujourd'hui, et qui débouchai mer.

Ainsi, l'arrivée du phosphore est tout à fait co celle du fer, auquel il est si souvent associé dans en couches, par exemple, dans les argiles schiste du bassin de la Ruhr, où la chaux phosphatée qu'on est mélangée à de la pyrite ou à du carbonate de fe

Observations de M. Delesse.

M. Delesse fait observer que les nodules de ph trouvent non-seulement dans le Gault, mais encore niveaux dans le terrain crétacé et même dans les te récents ou plus anciens.

L'origine première du phosphate de chaux es blablement l'intérieur de la terre, puisqu'on le ren les filons et dans les roches éruptives; toutefois, r au phosphate de chaux qui forme des nodules dan il convient d'observer qu'il a été certainement à l' solution. Car, non-seulement il a rempli des cavité aussi pseudomorphosé des fossiles. C'est particuli que l'on constate pour les bois qui, dans l'est de et en Russie, se trouvent dans les gisements où le phosphate. Si l'on observe, en outre, que le ph chaux se dissout facilement dans l'eau chargée d'a nique, on sera conduit à penser que les nodules de du Gault peuvent provenir de la dissolution par l'a nique de couches déposées d'abord à l'état de *bons* mées de restes de poissons, de coprolithes et de di phosphatés qui se seraient accumulés dans la mer du Gault. Dans cette hypothèse, les animaux hab mer auraient d'abord opéré la précipitation du ph

chaux qu'ils se seraient assimilé, de même que les mollusques de toutes les époques séparent le carbonate de chaux des eaux de la mer.

Observations de M. Chaper.

L'examen des concrétions de phosphate de chaux et de fer (de même que celui des silex de la craie) indique que la matière s'y est fixée pendant le dépôt des couches et alors qu'elles étaient encore molles. Les concrétions ont une forme arrondie; les parties qui forment saillie ressemblent à des boursouflures qui auraient refoulé le sable (ou la craie) environnant, *sans s'y mélanger*. De ces faits et de la présence constante de traces d'êtres organisés dans les nodules, on peut conclure que la fixation de la matière phosphatée (ou siliceuse) est intimement liée à la présence de matières organiques en décomposition.

M. P. Gervais dit qu'il a été mis, par la lecture d'une note de notre confrère M. Sauvage, insérée dans le *Bulletin* de la Société, t. XXVI, p. 1069 (*Réunion extraordinaire du Puy*), à même de rectifier une erreur qui lui est échappée dans son ouvrage intitulé *Zoologie et Paléontologie françaises*, à propos du *Lebias*, fossile à Ronzon, près le Puy en Velay, que M. Aymard a nommé *Pachystetes gregatus*. Par suite d'une confusion typographique, ce poisson est attribué au *Perca minuta*, au lieu d'être rapporté au genre de Malacoptérygiens auquel il appartient. En lisant le travail de M. Sauvage, M. Gervais a recouru à l'ouvrage cité plus haut, croyant y trouver déjà inscrite l'indication synonymique donnée par ce naturaliste, et il a alors reconnu l'erreur typographique qui lui fait donner, à tort, dans la note 1 de la page 530, l'espèce en question comme ne différant pas des petits Acanthoptérygiens dénommés par de Blainville *Perca minuta*, dont on n'a pas, du reste, constaté jusqu'à ce jour la présence au Puy.

M. Gervais demande l'insertion au Procès-verbal de sa rectification, qui ne diminue en rien, ajoute-t-il, le mérite de la note de M. Sauvage.

Le Secrétaire donne lecture de la note de M. Dieulafait :

Extension, en Provence, de la grande oolite et de supérieure en particulier; par M. Louis Diel

J'ai montré dans mes publications antérieure différentes formations géologiques présentaient de grandes différences, suivant qu'on les observa ou l'autre des deux bassins naturels que compre ment cette province, celui de la Durance au nor la Méditerranée au sud. J'ai surtout examiné le t l'oolite inférieure, l'oxfordien et l'étage tithoni d'hui, je veux montrer les différences que présen de vue la grande oolite.

Bassin de la Durance. — Dans le bassin du nor oolite est essentiellement marneuse et renferm nombre de fossiles qu'on a, bien à tort, rapport l'oolite inférieure. Je ne citerai pas ces fossiles, d qu'un certain nombre sont certainement à nomm parce qu'il faudrait s'engager dans une discussi logique, ce que je veux toujours éviter; mais je r moins préciser les choses telles que je les admets tout le bassin de la Durance, un niveau fossilifer par de magnifiques Ammonites, parmi lesquelles tout un type rapporté jusqu'ici à l'*Ammonites Pa* dans les montagnes des Basses-Alpes mêmes, l'*A soni* se rencontre toujours bien au-dessous de l' cédent, à la place qu'on lui connaît ailleurs et ave qui l'accompagnent partout. Il y a donc, bien l'horizon classique de l'*Amm. Parkinsoni*, un a caractérisé par une faune différente de la précé renferme encore l'*Amm. Parkinsoni*, ou du moi bien voisine. Je dis que ce niveau le plus élevé a grande oolite. En effet, les Ammonites qui a l'*Amm. Parkinsoni supérieure* se retrouvent, dans

(1) Voir en particulier : *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. t. XXIV, p. 601; t. XXVII, pages 649 et 655; *Comptes r démie des Sciences*, t. LXXI; *Annales des Sciences géologi*

la Méditerranée, au milieu des bancs calcaires qui supportent les dépôts si fossilifères et si bien caractérisés de Ranville ; et cela, exactement comme dans le bassin du nord, bien au-dessus de l'horizon ordinaire de l'*Amm. Parkinsoni*, très-commune dans l'ouest du bassin méditerranéen. Je dois même faire observer ici que certains dépôts de la Normandie, notamment ceux de Port-en-Bessin, rapportés à l'oolite inférieure et au fuller's-earth, renferment l'*Amm. Parkinsoni supérieure* et les Ammonites qui l'accompagnent dans la Provence. Il y a, par conséquent, lieu de revenir sur la classification du système oolitique dans la région, cependant si explorée et si classique, que je viens de citer.

Bassin de la Méditerranée. — Dans le bassin de la Méditerranée, la grande oolite se présente avec des caractères généraux bien différents de ceux qu'elle montre dans le bassin du nord, et, en outre, elle se divise même en deux parties absolument dissemblables, de part et d'autre d'une ligne moyenne correspondant à peu près au méridien de Lorgues (Var).

Dans la partie ouest du bassin méditerranéen, la grande oolite est constituée par des dépôts d'abord très-marneux, mais qui deviennent de plus en plus calcaires à mesure qu'on s'élève. Ils se terminent par des bancs très-résistants, alternant avec des marnes grumeleuses tout à fait différentes des marnes inférieures. Ce dernier système correspond exactement à l'horizon de Ranville, dont il renferme toute la faune.

Partout où ce niveau est visible dans l'ouest du bassin de la Méditerranée, il se montre avec une faune et des caractères identiques à ceux de Ranville. On voit là, en effet, la même roche, les mêmes Brachiopodes, les mêmes Oursins, et surtout la même légion de Bryozoaires, que dans la célèbre localité du Calvados. Mais, quand on arrive vers le méridien de Lorgues (Var), les choses changent. A la mer coralligène et sans marnes (à la partie supérieure) de l'ouest succède une mer dans laquelle les dépôts marneux deviennent de plus en plus prépondérants à mesure qu'on s'avance vers l'est. Au changement dans les sédiments correspond un changement dans la faune. Les Coraux, les Oursins, les Bryozoaires disparaissent, et ils sont presque exclusivement remplacés par un nombre considérable de grosses coquilles bivalves et par des Huîtres généralement de très-petite taille.

Quand on suit ces modifications pas à pas, on les voit se produire d'une façon lente et continue ; mais, quand on fait

des coupes dans l'est et dans l'ouest de la Pro
trouve plus rien de commun. Aussi, qu'est-il arr
des géologues de la plus grande valeur ont cru
dans les dépôts qui nous occupent, l'*Ostrea virgu*
ridgien et les bivalves si communes à ce niveau.
Complétement trompés par les apparences, ils
comme un fait de premier ordre (il le serait en
tence du kimméridgien dans le midi de la Pr
qu'ils se trouvaient simplement en présence du n
ville, mais n'offrant plus, ni par ses sédiments, n
siles, le moindre rapport avec le niveau du Calv
celui de l'ouest de la Provence.

Le niveau de Ranville, avec sa faune et son faci
se montre dans tout l'ouest du Var : au nord
l'ouest de Saint-Nazaire, au nord du Cap gros,
Faron, à l'est du Coudon et dans toute la chaîne
de Toulon jusqu'au Luc. On le retrouve, toujo
mêmes caractères, à Signes et dans toute la rég
nale de l'arrondissement de Brignoles. Plus au
au type marneux.

Il est déjà très-modifié, bien que facileme
sable, entre le Luc et Draguignan ; mais, plus à l
tout à fait le faciès vaseux. A Draguignan, il s
dessus du Peyra ; très-développé à Montferrat, il
tout au nord de Notre-Dame. Rejeté subitemen
partir de Favas, il occupe la partie moyenne des e
va passer entre Mons et Fayence, revient au sud
chant beaucoup de Callian, se montre très-vi
deux rives de la Siagnes, surtout sur la rive
plonge fortement au nord, passe à Saint-Cézaire,
ties élevées de la chaîne, et atteint le méridien
faisant un coude brusque vers le nord ; mais, à 7(
tres de ce village, il reprend la direction de l'est,
nant les ravins que suit l'ancienne route de
vient, sans s'être interrompu, s'étendre au-dessu
de Grasse d'une façon parfaitement régulière. I
seur est considérable. Les calcaires marneux q
pour chaux hydraulique sur une assez grande
dessus de Roquevignon, sont exclusivement em
niveau. Au delà de Roquevignon, cet horizon s
l'est, va contourner à une assez grande hauteur
Bar, passe au-dessus du village, et finit brusquem

fonde fracture du Loup, mais il reparaît immédiatement de l'autre côté. Recouvert dans la région de Tourrettes et de Vence, il revient bientôt au jour au nord de cette dernière ville, et remonte jusqu'à l'Estéron, parallèlement à la vallée du Var. Je le reprendrai là, plus tard, pour le suivre dans le nord de la Provence et le sud du Dauphiné.

On retrouve ce niveau, toujours avec les mêmes fossiles et les mêmes caractères, dans le massif constituant le polygone irrégulier dont Grasse, Cannes, Antibes et Vence marquent les angles. On le voit très-bien, en particulier, entre la Bégude et Valbonne, sur la route de Vallauris, en approchant de ce village, et au point culminant de la route de Mougins à Antibes, un peu à l'est de l'embranchement de la route de Vallauris.

Les différences présentées par la faune et la constitution pétrographique de la partie supérieure de la grande oolite sont aussi radicales quand on compare l'ensemble de cet étage dans l'est et dans l'ouest du bassin méditerranéen de la Provence. Dans l'ouest, il est formé par un calcaire bleu, essentiellement marneux, qui devient seulement compacte et même cristallin au voisinage du niveau de Ranville. Dans l'est, au contraire, il est constitué par des calcaires compactes, très-siliceux.

Au-dessus du niveau de Ranville, il en est tout autrement. Entre ce niveau et la base de l'oxfordien, on rencontre un ensemble de bancs calcaires mesurant en moyenne 15 à 20 mètres. Dans la *Description scientifique du Var*, j'ai été conduit à appeler cette division *grande oolite supérieure*. Ces calcaires, dont la couleur varie du bleuâtre au rougeâtre, sont extrêmement remarquables à cause de la profusion de débris organiques qu'ils renferment, et parmi lesquels dominent surtout les Bryozoaires, les Encrines et les pointes d'Oursins de très-petite taille. En apparence, la roche est essentiellement oolitique; mais elle ne renferme presque pas d'oolites proprement dites : ce sont les sections des débris organiques dont il vient d'être question qui lui donnent cet aspect. Cette division, contrairement à ce qui a lieu pour la grande oolite, se maintient toujours identique à elle-même dans tout le bassin méditerranéen de la Provence, où elle constitue un horizon géologique aussi constant que facile à retrouver.

Elle pénètre, avec tous ses caractères, dans la partie sud du bassin de la Durance. On la retrouve, en effet, dans la plus grande partie du département du Var et dans la partie sud de

celui des Bouches-du-Rhône; mais, quand on
Basses-Alpes, on voit qu'elle est complétemen
des dépôts essentiellement marneux.

Au sujet de cette communication, M. Hébert
observations suivantes :

M. Hébert fait remarquer que M. Coquand (*Bull.*,
p. 499) a annoncé, le 21 mars 1870, à la Société q
couvert, dans le Var et les Alpes-Maritimes, *trois*
silifères dans lesquelles il avait recueilli treize esp
ridgiennes, parmi lesquelles l'*Ostrea virgula*.

A la suite de cette annonce, M. Hébert avait
lité de cette découverte, tout en faisant observer q
maintenant de régions autres que celles pour lesq
combattu M. Coquand.

Or, voici que M. Dieulafait déclare que l'étage k
n'existe ni dans le Var, ni dans les Alpes-Maritim

Pour qu'on soit complétement édifié sur ce p
l'importance, il devient nécessaire que M. Coqua
naître d'une manière précise les localités où il
l'*Ostrea virgula*, dans le Var et les Alpes-Maritir
le débat puisse avoir lieu contradictoirement,
une prompte solution.

Le Secrétaire communique la note suivante
lafait :

Note sur la Rhynchonella peregrina (d'Orb.), *et Ol*
les Calcaires à Chama et le Jura supérieur da
la France; par M. Louis Dieulafait.

L'une des questions qui ont le plus occupé ur
sidérable des géologues réunis à Montpellier en
détermination de l'âge qu'il fallait attribuer
blancs, très-développés dans la région de Mon
les calcaires de la Valette, visités par la Société,
considérés comme le type.

M. Coquand, en son nom et au nom de plu
confrères, les a rapportés aux calcaires lithogra
rieurs à l'oxfordien, et en a fait l'équivalent du

et du portlandien. Je ne partageai nullement la manière de voir de M. Coquand, et, prenant la parole après lui, j'exposai les raisons qui me portaient à considérer ces calcaires comme appartenant à l'horizon des calcaires à *Chama* de la Provence. Ces raisons étaient loin d'être complétement démonstratives, et je m'empressai de le bien constater.

Aujourd'hui, j'ai recueilli de nouveaux documents qui me permettent de faire faire un pas considérable à cette question.

Les calcaires de Montpellier renferment, entre autres restes organiques, un fossile extrêmement remarquable, connu pendant longtemps seulement dans les montagnes de la Drôme : c'est la *Rhynchonella peregrina* (d'Orb.). L'indécision où l'on se trouvait, en 1868, sur la place occupée par ce fossile, ne me permit pas d'en tirer tout le parti possible; mais, depuis lors, j'ai visité deux fois la Drôme, et, grâce aux indications précises de M. Hébert, j'ai pu, dans mon second voyage, reconnaître la *Rh. peregrina* en place à Rottier. Plus tard, d'après les renseignements qu'avait bien voulu me donner M. Raspail, j'ai retrouvé cette magnifique Rhynchonelle à Gigondas et à Saint-Paul-Trois-Châteaux. Or, cette espèce est parfaitement cantonnée; elle occupe la partie moyenne des calcaires à *Ancyloceras*, si connus et si développés à Barrême. Les calcaires de la Valette appartiennent donc à cet horizon. D'un autre côté, je dirai que mes observations en Provence m'ont conduit à revenir à l'opinion de d'Orbigny, et à admettre avec lui que les calcaires à *Chama* et les calcaires à *Ancyloceras* sont du même âge, les conditions qui ont présidé à leur dépôt ayant seulement été très-différentes. Il résulte de là que les calcaires de la Valette appartiennent bien à l'horizon des calcaires à *Chama*. La contemporanéité des calcaires à *Chama* et des calcaires à céphalopodes déroulés de Barrême sera établie dans un prochain travail; mais il faut bien remarquer que je démontre aujourd'hui le parallélisme des calcaires de la Valette et des assises à *Ancyloceras* des Basses-Alpes et de la Drôme, abstraction faite de toute idée sur l'âge absolu des calcaires à *Chama*.

Au delà des calcaires compactes de la Valette, la Société a vu des dépôts de calcaires bleus, très-marneux. M. de Rouville y a rencontré plusieurs fossiles, entre autres l'*Ammonites crypticeras*, ce qui lui a permis de les rapporter à l'horizon du néocomien inférieur, tel qu'on l'entendait il y a quelques années. Les relations de ces calcaires marneux avec les cal-

caires compactes sont très-difficiles à saisir; mais, tiennent réellement à l'horizon du *Tomaster* com sont évidemment inférieurs aux calcaires compact dans la région de Montpellier, on trouve les fossile et de Ganges, ils n'appartiennent certainement a caires à *Rh. peregrina* de la Valette; ils sont dans inférieurs aux marnes précédentes, et, à plus forte calcaires à *Rh. peregrina.*

Le lien que je viens d'établir entre la Provenc guedoc, fournissant aux géologues des deux p point de départ commun, leur permettra désorm tendre facilement.

Pour compléter ce que je viens d'établir, et po aucune incertitude dans mes travaux, je dois re le mémoire de M. Coquand (*Bull.*, t. XXVI, p. 85 co rendu de la Réunion extraordinaire de (*B* ., t. XXV, p. 909).

mémoire (*loc. cit.*, p. 858, en note), l nt :

, com Dieulafait a reconnu avec a , à l'oc d'une communication que j'ai ca et des Bouches-du-Rhôn *écrit depuis longtemps*, doivent en deux, l ap tenant au terrain à *Chama*, sup ur, et que justement les envi *étages dans une même coupe.*. 1° n'a pas parlé à Montpellier c et nais bien des Bouches-du- qui n st pas du tout la même cl du n'a pas été prononcé par M. Coqu 1u, ., t. XXV, . 909).

2° Je à M. Coquand où il a écrit, *temps*, q ca s blancs des environs de vaient être deux, *les uns appartenant Chama.*

M. Coquand a si peu écrit quelque chose d'a mon mémoire de 1865 (*Bull.*, t. XXIII, p. 463) é vement destiné à montrer, *contrairement à l'opini quand*, l'extension dans le Var des calcaires à *Ch* ches-du-Rhône. Ensuite, *c'est moi, et non M. Coq* établi, dans ce même mémoire de 1865, que blancs du Var et des Bouches-du-Rhône « *doiven*

en *deux, les uns appartenant au terrain à Chama.* » Dans ma coupe (p. 469), la division supérieure correspond à la lettre P, et la division inférieure à la lettre O. J'ai même indiqué dans le texte (toujours en 1865), (p. 471) que ces deux horizons étaient séparés par un petit niveau marneux fossilifère. C'est précisément à ce niveau que M. Coquand *avait trouvé*, à Saint-Hubert, les *Ammonites plicatilis* et *Amm. tortisulcatus*, ce qui ne m'a pas empêché de retrouver plus tard (*Bull.*, t. XXVI, p. 140) à Saint-Hubert, *au point même exploré par M. Coquand*, les fossiles du néocomien inférieur. M. Coquand ne songe nullement à contester aujourd'hui l'exactitude de ce fait si important.

Pour éviter de nouveaux malentendus, je dois revenir ici sur les communications faites à la Réunion générale de Montpellier.

A la première séance, M. Coquand donna une coupe de la montagne des Dourbes, et annonça, dans cette région, l'existence du *jura supérieur*.

A ce sujet, je dis ceci :

M. Coquand vient de nous signaler aux Dourbes l'existence des ammonites qui caractérisent l'étage tithonique d'Oppel. *Il y a quatre ans* que j'ai découvert, et *aux Dourbes mêmes*, les ammonites en question. Depuis lors, elles n'ont pas quitté Marseille, où M. Coquand a pu les examiner tout à son aise. Il est donc bien évident que j'admets, dans les Basses-Alpes, la présence des dépôts formant l'étage tithonique d'Oppel, ET S'IL VIENT A ÊTRE ÉTABLI que cette division correspond au jura supérieur, le jura supérieur existe dans les Alpes méridionales. Quant aux autres fossiles cités par M. Coquand, et en particulier à l'*Hemicidaris Purbeckensis* et à l'*H. crenularis*, non-seulement je ne les ai jamais vus aux Dourbes, mais je n'y ai jamais rencontré un seul fossile qui pût se rapporter aux horizons connus de ces deux oursins.

Voilà ce que j'ai dit.

Le compte rendu n'a pas reproduit ma pensée (p. 910). Cependant, j'avais été si explicite que le Secrétaire, M. Lartet, le relisant plusieurs mois après, pour donner, à Paris, le bon à tirer, fut tellement frappé de ce qu'on me faisait dire, qu'il m'écrivit pour me demander si j'avais changé d'opinion depuis la Réunion de Montpellier. Je m'empressai d'écrire à M. Lartet pour le remercier, et je lui envoyai une note rectificative. Mais, bien qu'elle fût très-courte, son introduction

nécessitait un remaniement complet, entraîna dans la publication et une dépense notable pou M. Lartet me demanda de laisser passer les chose m'empressai de faire.

Dans ces grandes réunions de la Société géologi d'idées sont remuées, il est bien évident que le et le Secrétaire, malgré leur activité et leur dé pour MM. de Rouville et Cazalis ces termes s l'expression de la vérité) laissent toujours échap chose. Je comprends tellement qu'il doit en être n'avais pas eu tout d'abord l'intention de réc puisque mon silence n'aurait d'autre résultat que attribuer des opinions que je tiens pour erronée indispensable de rétablir les faits.

M. Parran fait observer que si M. Coquand a réunion de Montpellier (V. *Bull.*, 2e série, t. X rattaché, *avec doute*, au terrain portlandien, le Serpules de la Valette, il a depuis, dans le mém par lui, conjointement avec M. Boutin, sur les rassique et crétacé des environs de Ganges (1 couches dans le terrain néocomien (V. *loc. cit.*,

M. Bayan annonce avoir reconnu le *Planorbis* des fossiles rapportés par M. Michel Lévy des pt du calcaire de Château-Landon. Ce fossile se à la fois dans le *calcaire de Beauce* et dans l *Brie*.

Séance du 24 juillet 1871

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du proc la dernière séance, dont la rédaction est adopt

(1) *Bull. Soc.*, 2e série, t. XXVI, p. 884.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Boisse, *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, in-8°, 410 p., 1 carte avec coupes; Paris, 1870.

De la part de M. Dumortier, *Sur quelques gisements de l'oxfordien inférieur de l'Ardèche*, avec la *Description des Échinides* par G. Cotteau, in-8°, 86 p., 6 pl.; 1871, Paris, chez F. Savy, Lyon, chez Josserand.

De la part de M. Bonissent, *Essai géologique sur le département de la Manche* (Fin), in-8°, 60 p.; Cherbourg, 1871, chez Bedelfontaine et Syffert.

De la part de MM. J. Ortlier et E. Chellonneix, *Étude géologique des collines tertiaires du département du Nord, comparées avec celles de la Belgique*, in-8°, 228 p., 7 pl.; Lille, 1870, chez Quarré et chez Castiaux.

De la part de M. d'Omalius d'Halloy, *Note sur la formation des limons*, suivie d'*Analyses* par MM. A. Jaumain et A. Damour, in-8°, 12 p.; Bruxelles, 1871, chez Hayez.

De la part de M. G. A. Bianconi, *Il mare Mediterraneo è l'Epoca glaciale*, in-4°, 54 p.; Bologne, 1871, chez Gamberini et Parmeggiani.

De la part de M. G. G. Bianconi, *Esperienze intorno alla flessibilita del ghiaccio*, in-4°, 14 p., 2 pl.; Bologne, 1871, chez les mêmes.

De la part de M. B. Studer, *Zür Geologie des Ralligergebirges*, in-8°, 10 p., 1 pl.; Berne, 1871.

Athenæum, année 1870, 2e semestre, Londres.

Atti della Societa Italiana di Scienze naturali, t. XIII, Milan, 1870.

M. Caillaux présente deux notes de MM. Bianconi (V. la *Liste des dons*).

M. Delesse présente, de la part de M. Ad. Boisse, membre de l'Assemblée nationale, un ouvrage qu'il vient de publier sur la géologie du département de l'Aveyron (V. *la liste des dons*).

Sous le titre modeste d'*Esquisse gé logique*, M. M les données principales relatives à la géograph et à la géologie de ce département. On trouve ouvrage des recherches sur l'hydrographie sonte les nappes d'eau qui alimentent les puits. Les tales ont aussi été étudiées, et des essais chimiqu naître la composition de leurs principales variété s'est également occupé des dislocations subies par de leur métamorphisme, ainsi que des filons méta carte géologique accompagne son ouvrage, qui e longues et consciencieuses études faites dans un dont la géologie est des plus variées.

Une lettre de remerciement sera envoyée au nateur.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de accompagnant l'envoi au nom de M. D. Coll nève, de deux *Photographies* d'une fouille faite d pagne Brolliet, à Contamines, près Genève, pou *sur les Alluvions d'anciennes terrasses lacustres.*

« Ces photographies, écrit M. Dausse, confir j'ai publié dans notre *Bulletin* sur d'anciens lac de Genève.

« Obligé de m'absenter de nouveau, je me donner, à mon retour, quelques explicati sujet. »

Le Président dépose sur le bureau les feuille tome XXVI, 1869 (Réunion extraordinaire au P et la feuille 45 du tome XXVII, 1870 (Tables). que ces deux livraisons seront envoyées aux me le courant de la semaine.

Le Secrétaire communique une lettre de M. laquelle il résulte que l'impression du *Mémoire* quem et Jourdy, intitulé *Monographie de l'éta dans le département de la Moselle*, est complétemen Le secrétaire et le trésorier s'entendront avec pour la livraison des exemplaires.

Le Secrétaire annonce ensuite que les trois premières feuilles du tome XXVIII (1871) sont imprimées; elles seront prochainement envoyées aux membres.

Il donne lecture d'une circulaire par laquelle M. J. Gozzadini, président du *Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques*, et M. J. Capellini, secrétaire du Comité d'organisation, annoncent que le Congrès tiendra sa cinquième session (1871) à Bologne (Italie), du 1er au 8 octobre prochain, et communiquent le programme de cette réunion.

Les questions suivantes seront examinées dans cette session :

1° L'âge de la pierre en Italie.

2° Les cavernes des bords de la Méditerranée, en particulier de la Toscane, comparées aux grottes du midi de la France.

3° Les habitations lacustres et les tourbières du nord de l'Italie.

4° Analogies entre les *Terramares* et les *Kjœkkenmœdding*.

5° Chronologie de la première substitution du bronze par le fer.

6° Questions craniologiques relatives aux différentes races qui ont peuplé les diverses parties de l'Italie.

Le Secrétaire annonce la mort de MM. Godefrin (de Lille) et Nicolet (de la Chaux de Fonds).

Il donne ensuite lecture de la note suivante de M. Le Hir :

Sur l'âge des roches fossilifères du nord du Finistère, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Chateaulin; par le docteur Le Hir.

Le *Scolithus linearis* est le seul fossile que renferment les grès de Berrien (Ménez Molvé), Saint-Michel en Braspartz, Crozon, Roc'h Kérézen en Plougastel, Plouézoc'h, du Roc'hou à Calamarant, et les grès à poudingues de Plouézoc'h.

Les autres grès à fossiles sont presque tous de l'âge du grès de May ou mieux dévoniens.

Les localités où on les trouve sont : à Morlaix, le rochers du Merdy, Goarem-ar-roc'h de Penanrû ; à des-Champs, Cosquer-Keramprat et Kerolzec ; à Ple Penquer-Coatconval, Keravézen, Lesquiffiou ; à l Liorzou et Goarem-Névez, au-dessus du bourg ; Stang-doûn de Poulescadec ; à Pencran, Goarem-K Lopérec, Quiliou ; à Rosnoën, le Lannec ; à Saint-É au Faou, près Térénez, Ménez-Kergau ; à Plougastel, Kerdivès huela et izela et Kerthomas ; à Plouig Morlaix, Toulgoat.

Partout, dans ces localités, les roches bleues ph alternent avec les grès, et donner l'âge des grès c' l'âge des roches qui alternent avec eux. Les grès r de plus, dans leurs grands amas, des schistes bl gris, jaunes, plus ou moins mélangés de quartz e qui alternent par strates avec eux et qui quelquefois lifères comme eux.

L'âge de tous ces grès est le même. Tous contien

1° Des avicules, les mêmes partout, excepté le M ne trouve que l'*Avicula pterynea*, et Kerolzec qui n'

2° Des cystidées (plaques d'encrines de M. Rouaul Toulgoat et Kerolzec ;

3° Des *Tentaculites ornatus*, excepté Toulgoat et K

4° Des spirifères à cinq ou sept plis longitudinaux côté du sinus, excepté Toulgoat, Kerolzec, le Merd

5° Des fucoïdes traversant la roche en tous sens, c ramifiés, de grosseur différente, pouvant aller jusq seur du petit doigt, souvent courbes, paraissant n espèce de bulbe, lisses ou à stries transversales o ou bien comme chagrinés à la surface ;

6° Des orthocères, partout et innombrables, surt non et à Kerolzec, où ils ont le siphon central ou s innombrables encore au Merdy, où le siphon est ce breux à Quimerc'h et à Keravézen ; moins nombre autres localités ; indéterminables partout.

De plus, tous ces grès renferment des *Orthis*, mai suivant les localités. Cependant l'*Orthis orbicula* Plougastel, Lannec, Ménez-Kergau, Lopérec, Locm ramprat en a un différent. Kerolzec, Toulgoat, le l ont pas. Dirinon en a très-peu.

Lesquiffiou n'a d'autre fossile qu'un *Favosites* nable.

Le *Cardiomorpha elata* (*Pleurophorus lamellosus*) existe à Dirinon, à Pencran, à Plougastel, à Keramprat. Des espèces différentes se voient à Locmélard, à Keramprat, à Penquer et à Toulgoat.

Le *Grammysia* a deux espèces à Locmélard, à Keramprat, à Penquer, à Litiez, à Plougastel.

Le *Murchisonia* paraît le même à Dirinon, à Kerolzec, à Keravézen, à Plougastel, à Toulgoat.

Le *Sertolites* est le même au Merdy, à Plougastel, à Dirinon.

L'*Euomphalus?* le même à Dirinon, à Kerolzec, probablement différent à Toulgoat.

Les *Rhynchonella*, qui ont vécu en familles si nombreuses au Merdy, se trouvent les mêmes, mais rares, à Landerneau et Locmélard. Une petite rhynchonelle a vécu à Plougastel, à Lopérec, à Ménez-Kergau, à Keramprat, à Keravezen.

Les encrines, si nombreuses à Plougastel, au Merdy, à Locmélard, moins nombreuses à Keramprat, à Keravézen et à Dirinon, ne se montrent ni à Kerolzec, ni à Toulgoat. La coupe perpendiculaire des bras est pentagonale à Kernézur et Kerdivès de Plougastel, à Locmélard, à Dirinon et au Lannec de Kernoën.

Parmi les trilobites, l'*Homalonotus* qu'on a cru l'*H. Brongniarti*, mais qui ne l'est pas, si commun à Dirinon et à Pencran, se voit encore à Kerthomas de Plougastel, à Keravézen, à Kerolzec. Un autre trilobite, à glabelle lisse et plus large, à yeux saillants, se trouve le même à Lopérec, à Ménez Kergau, à Keramprat, au Penquer, à Dirinon, à Locmélard, au Merdy.

Un *Phacops* se trouve le même à Plougastel, Lopérec, Locmélard.

Un *Dalmanites* à Keramprat, Quiliou, Locmélard, Litiez, Plougastel.

Un grand *Orthis* existe en abondance à Plougastel, et aussi à Kerrain de Ploudiry, à Locmélard et à Penquer-Coatconval.

Le petit *Spirifer*, si commun dans presque tous ces grès, se voit dans le grès de Gahard qu'on dit à tort contemporain de celui de May.

M. de Verneuil, si expert en ces matières, ayant eu la bonté de parcourir une boîte d'échantillons, venant surtout de Keramprat, et envoyée par moi, déclara que *ces grès blancs sont ou dévoniens ou siluriens de l'âge des grès de May.* Ce sont les propres expressions de sa lettre.

Mais quelques raisons assez solides porteraient aussi à ran-

ger ces grès dans le terrain dévonien. D'abord on n
qu'autour du terrain dévonien, excepté à Litiez et
neau. A Godibin de Plougastel, ils alternent avec l
et un peu plus haut, vers Plougastel, avec une roc
ayant les mêmes avicules et paraissant dévoniens
nec'h, les grès bruns dévoniens ont un *Orthis* comm
grès. Le *Pleurodyctium problematicum* de Godibin, c
trouve le même dans le grès blanc de Kerdivès hu

Le *Tentaculites ornatus*, dévonien, du Faou et de
se trouve le même dans tous ces grès, comme nou

L'avicule des grès paraît la même dans le dévon
et de Locmélard.

Le *Dalmanites*, à pointe au pygidium, caractéri
vant M. Barrande, du dévonien, se trouve à Ker
Quiliou.

De plus, le *Phacops* de nos grès ressemble à cel
nien d'Izé; il est vrai que le front est plus haut et
qu'à Izé.

Le petit *Spirifer* des grès paraît se trouver dans
de Locmélard izela, et les coupes pentagonales d
encrines du Faou se retrouvent aussi dans plusieu
cystidées du dévonien de Braspartz se trouvent le
Dirinon et à Plougastel.

La direction des grès n'apporte pas grand éléme
tion de la question de l'âge; car, dans la même
Faou comme à Locmélard et à Plougastel, le plor
roches passe du nord au midi, quelquefois à quatr
tance, et, de plus, les carrières y sont peu nombre

TERRAIN DÉVONIEN.

Le terrain dévonien inférieur existe à Locmélar
de Pont-ar-Virit en Liorzou et Locmélard izéla.

La *Rhynchonella subwilsoni* (*Orbignyana*, de Vern.
dyctium problematicum, le *Leptæna reticularis*, le
reticularis, le *Turbinolopsis* (*Cyathophyllum*) *celtica*,
trella, ne peuvent laisser aucun doute sur l'âge de
qui est situé entre deux bancs de grès à nombreu
On trouve même, dans le schiste bleu, une avicul
rifère qui paraissent les mêmes que ceux des grès.

A Boscornou, un schiste bleuâtre, qui paraît pl
que de la grauwache, contient la *Rhynchonella Orb*

Le dévonien de Locmélard izéla a en abondanc

Orthis, un grand *Spirifer* à large sinus sans stries intérieures, une *Redonia*, une cyclorine? un orthocère et des encrines; mais je n'y ai pas trouvé de trilobites.

Le dévonien du Faou (1 kil. 500 mètr., route de Quimerc'h) contient en abondance la *Rhynchonella Orbignyana*, l'*Athyris concentrica*, le *Spirifer Rousseau*, le *Spirifer macropterus*, un *Spirifer* à un pli longitudinal au sinus, des *Chonetes Boulengeri*, M. Rouault, une avicule qui paraît la même que celle des grès, le *Pleurodyctium problematicum* peu abondant, le *Tentaculites ornatus*, un autre *Tentaculites*, des encrines dont la coupe est pentagonale. Je n'y ai pas trouvé de trilobites.

A Larvor, Godibin et Pennanec'h de Plougastel, le dévonien a du calcaire. Dans le schiste, on trouve la *Rhynchonella Orbignyana*, le *Spirifer Rousseau*, le *Spirifer macropterus*, de grands *Orthis*, le *Chonetes Boulengeri*, des avicules différentes de celles des grès, des *Fenestrella;* dans le calcaire, un *Spirifer* à trois plis au sinus, ainsi que l'*Athyris concentrica* et l'*Orthis hipparionix*. Nulle part à Plougastel je n'ai vu de trilobites. J'ai trouvé à Godibin, dans le dévonien, un *Pleurodyctium problematicum* tout à fait semblable à un échantillon trouvé près de là, à Kerdivès huela, dans le grès.

Dans le dévonien de Braspartz, à 2 kilomètres, route de Morlaix, on voit un trilobite non encore déterminé, le *Spirigerina reticularis*, le *Leptæna reticularis*, deux *Productus*, un *Orthis*, une cyclorine? deux *Fenestrella*, un *Pentremites*, une cystidée à six segments, avec les mêmes dessins que beaucoup de celles des grès de Dirinon et Plougastel.

Le terrain compris entre les rivières de Dourduff et de Morlaix et ceint de tous côtés par des grès, excepté au nord-ouest où il vient heurter contre les granites, paraît appartenir au dévonien. On trouve l'encrine à tige intérieure des bras pentagonale, à Plouézoch et au gazomètre de Saint-Martin-des-Champs. Cela ne suffirait pas pour déterminer l'âge; mais minéralogiquement plusieurs de ces roches ressemblent aux grauwaches du dévonien de Braspartz, et, de plus, il est évident, dans les tranchées de Kergavarrec et du Roudour en Morlaix, que la grauwache, plongeant au nord comme le grès du Merdy, est supérieure au grès; mais cela n'en dit pas l'âge d'une manière certaine.

Les autres endroits où l'on trouve l'encrine dans ce terrain sont : la voie d'accès de Morlaix, près de la fontaine Colober; la scierie et le gazomètre, en Saint-Martin-des-Champs; Lanni-

gou, en Taulé, près de la venelle des Reliques; Keranroux et Coatser'ho, entrée de la route de Lannion, et Kerantour, en Ploujean; et Plouezoc'h, de Dourduff-en-Terre à Roc'h Kery-voalen. C'est dans ce dernier endroit que le comte de la Truglaye trouva, il y a trente-cinq ans, l'encrine dans de petits amas amygdaloïdes de calcaire.

Le Secrétaire communique la note suivante de M. Collomb :

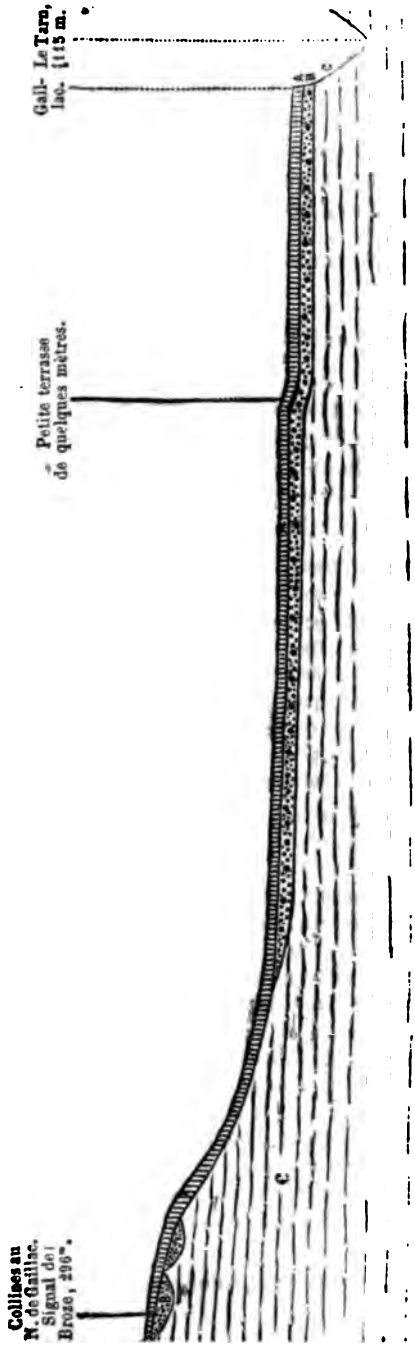
Sur le diluvium de la vallée du Tarn; par M. E. Collomb.

La plaine entre le cours du Tarn, rive droite, et les collines qui la bordent, a 5 ou 6 kilomètres de largeur; elle a sa surface nivelée, dressée, et paraît à l'œil rigoureusement horizontale, sans accidents ou mouvements du sol, sauf une petite terrasse, une marche d'escalier, de quelques mètres de hauteur, à peu près parallèle au cours du Tarn.

A. *Terre végétale et Lœss.* — Ce dépôt, de quelques mètres d'épaisseur, couvre d'un manteau continu toute la plaine; il se poursuit sur les collines, comme s'il était indépendant du gravier sous-jacent. Le lœss est difficile à distinguer de la terre végétale; il y a passage insensible de l'un à l'autre. Il ne ressemble pas au lœss du Rhin; il est parfois rouge, argileux, lourd; sur quelques points il est un peu sableux. Il est activement exploité pour briques et poteries grossières. La terre végétale, qui doit son origine à ce lœss, peut être rangée dans les terres de première classe; elle est couverte des cultures les plus riches en vignes et céréales.

B. *Lit de graviers et de blocs.* — Composé en grande partie de cailloux roulés de quartz, de quartzite, de roche verte, de diorite, d'amphibolite, de gneiss, de granite (rare), de grès rouge; absence ou du moins très-grande rareté de cailloux calcaires. Les plus abondants sont les cailloux de quartz blanc et gris. Exploité pour macadam. Un premier lit, de quelques mètres d'épaisseur, formant dans la plaine une nappe continue, vient mourir au pied des collines; puis on trouve un nouveau dépôt de cailloux roulés et de sable, évidemment diluvien, sur le sommet des collines les plus élevées de la contrée; ce dernier dépôt paraît indépendant du précédent; il est sous forme de poches de 7 à 8 mètres d'épaisseur, les cailloux en sont de même nature quartzeuse, entremêlés de beaucoup de sable également quartzeux. Tous ces matériaux proviennent des montagnes du plateau central. — Dans le diluvium de la plaine on a trouvé l'*Elephas primigenius*, mais dans le diluvium des collines on n'a rien trouvé; ce dernier n'est peut-être pas du même âge, il est probablement plus ancien : il pouvait exister avant le creusement définitif de la vallée principale.

C. *Grès mollasse, grès marneux, marnes calcaires, marnes argileuses, sables*



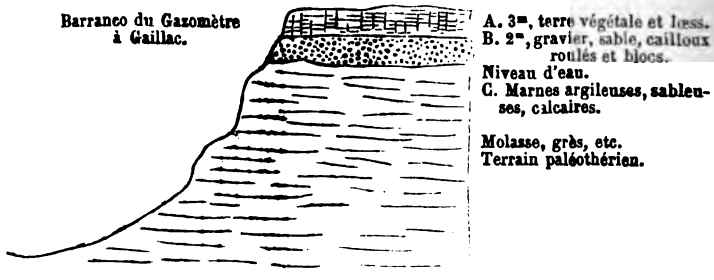
Coupe transversale de la vallée du Tarn, rive droite, dans les environs de Gaillac.

avec lits de galets; à la partie supérieure, calcaire d'eau douce avec Hélices, Planorbes, Lymnées, Cyclostomes (rares). — C'est dans la partie inférieure de ce dépôt que M. Ph. Thomas a trouvé le Rhinocéros du Tarn (*Acerotherium, Rhinoceros minutus*, Cuvier). Suivant cet auteur (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 235, 1867), ce terrain appartient à l'éocène supérieur, et le calcaire d'eau douce qui couronne le tout serait du miocène inférieur. Dans ce même éocène, M. Noulet a trouvé, dans les vallées voisines, les *Lophiodon Lautricense, L. Isselense, L. tapirotherium, L. occitanicum, Palæotherium magnum, P. minus, P. Isselanum.*

Les trois dépôts, A, B, C, sont parfois entamés par des *barrancos*, petites vallées, vallées en miniature, ou ravins à forte pente, avec végétation luxuriante, de 10 à 15 mètres de profondeur, au fond desquels coule un petit ruisseau qui se jette dans le Tarn.

Un niveau d'eau se trouve à 5 ou 8 mètres de profondeur, entre la couche B et la couche C. Cette nappe d'eau inépuisable alimente les puits des environs et contribue puissamment à la fertilité du sol.

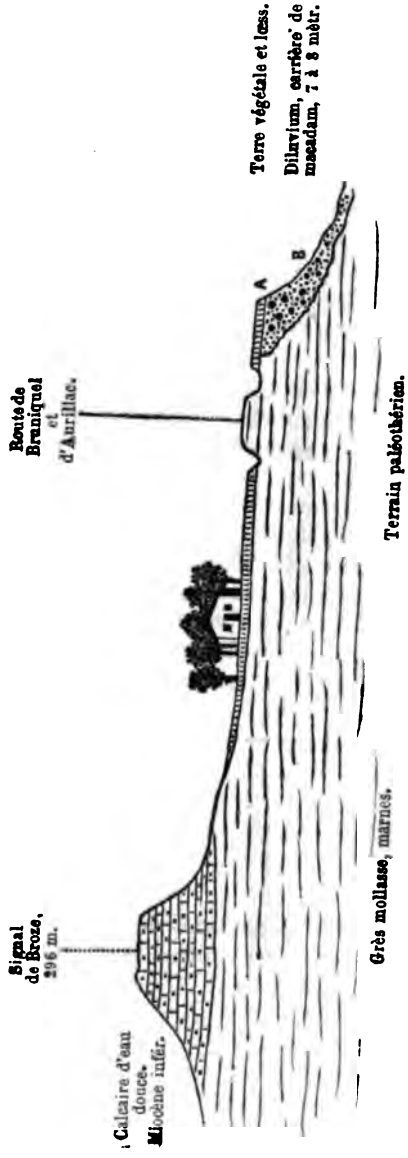
Coupe de détail.



Si nous passons maintenant des dépôts de la plaine du gazomètre de Gaillac à ceux des collines qui bordent la vallée, nous trouvons les coupes suivantes :

NOTE DE M. COLLOMB.

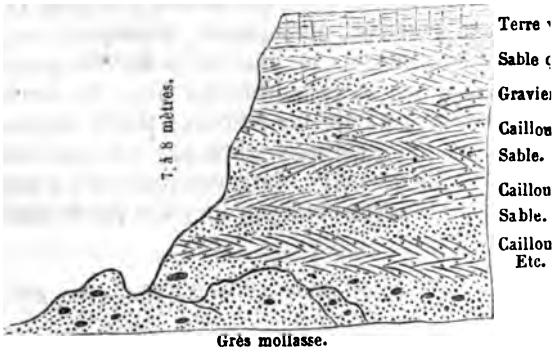
Coupe du signal de Broze (296^{m}, carte de l'État-Major).



Le signal de Broze est à 8 kilomètres au nord de la route d'Aurillac. De ce point élevé partent plusi l'une, dans la direction du nord-ouest, va se joindı de la Vère, après un parcours de 4 kilomètres; dans la direction opposée, celle du sud-est, va se la grande vallée du Tarn, à Barreau; une troisièm se dirige au sud-ouest, puis à l'ouest, prend naissa de Broze et se poursuit jusqu'à Montauban, à 4 de distance; au fond coule la rivière Tescou, qui s le Tarn à Montauban.

Ce signal est donc un point culminant qui dor contrée environnante; plusieurs vallées en ray toutes les directions. Le dépôt de diluvium, de 7 d'épaisseur, qui s'y trouve n'est pas un fait isolé; duit sur toutes les collines qui limitent la vallée différents niveaux, autour de la côte 296 mètres, des plus élevées. Il suffit de parcourir ces coll retrouver un diluvium pareil. Est-il contemporain la plaine? Il serait plus naturel de penser, quoiqu riaux qui le composent soient de même nature m et originaires du plateau central, qu'il lui est a vallée du Tarn n'était probablement pas encore co façonnée et creusée, lorsque ces sables et ces cail déposés sur ce point. Ils remontent peut-être pliocène. Ils paraissent avoir été apportés par d d'une certaine violence, comme on peut le voir suivante :

Coupe du diluvium du signal de Broze.



Ce diluvium est stratifié confusément; ce sont d natifs, des amandes de cailloux roulés de même n

ralogique que ceux de la plaine, et de sable quartzeux; on y voit le mouvement des eaux, comme s'ils eussent été apportés par un grand courant. Cette coupe a la plus grande analogie avec celles du diluvium de la rue du Chevaleret ou de Grenelle à Paris, ou de Saint-Acheul à Amiens; elle n'a aucun rapport avec un dépôt glaciaire ni avec une ancienne moraine.

Jusqu'à présent, on n'y a trouvé aucun fossile, tandis que dans le diluvium de la plaine du Tarn, on a récolté l'*Elephas primigenius*.

Les dépôts quaternaires, sur quelque point de l'Europe qu'on les examine, que ce soit au Nord ou au Midi, ont des caractères communs qui les distinguent de tous les terrains précédents. Ainsi, la coupe du diluvium de San Isidro à Madrid (1), celles de la vallée du Rhin entre Bâle et Strasbourg (2), celles de la vallée de la Seine à Levallois et à Grenelle, celles de la vallée de la Somme (3), de la vallée du Tarn, du diluvium de l'Angleterre (4), etc., sont, pour ainsi dire, presque identiques; elles font toutes apparaître un mouvement considérable des eaux, soit liquides, soit solides, qui ont entraîné avec elles des matériaux, des boues, des sables, des galets, des cailloux et des blocs, arrachés aux terrains préexistants et transportés à une grande distance de leur point d'origine. Le diluvium ne forme, pour ainsi dire, qu'un seul manteau qui couvre toute la terre, manteau troué sur quelques points par quelques massifs montagneux.

Ces phénomènes, par leur mode de formation, se détachent d'une façon assez nette de tous ceux qui les ont précédés. Les sédiments tertiaires, crétacés, jurassiques, triasiques, etc., n'ont pas ce caractère constant sur tous les points du globe; leur nature minéralogique varie suivant les pays, ils seront tantôt calcaires, tantôt argileux ou siliceux; tantôt marins, fluviatiles ou lacustres : la craie supérieure, par exemple, sera ici blanche et friable, ailleurs noire, dure, compacte; tel dépôt, tel étage d'un terrain sera représenté sur un point par du sable

(1) De Verneuil et L. Lartet, *Diluvium de Madrid* (*Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XX, p. 698).

(2) E. Collomb, *Diluvium du Rhin* (*Bull.*, 2e série, t. VI, p. 479).

(3) Buteux, *Diluvium d'Abbeville* (*Bull.*, 2e série, t. XVII, p. 72).

(4) Ch. Lyell, *Diluvium de Norfolk* (*Ancienneté de l'homme*, traduction Chaper, 1864, p. 111 et 272).

siliceux, ailleurs par de l'argile. Il est bien re
longtemps, que les caractères minéralogiques so
pour déterminer l'âge d'un terrain; de là l'impor
à la paléontologie pratique.

Il n'en est pas de même, lorsqu'on se livre à l'
rain quaternaire. Quel que soit le point du glob
serve, on lui reconnaît des caractères stratigra
tiques, comme de certaines roches caractéristiq
le gneiss, le porphyre quartzifère, etc., qui son
reilles à elles-mêmes, dans l'ancien comme da
monde.

Ne pourrait-on pas conclure de là que la cause
un phénomène aussi général dans le temps et
n'a pas une origine terrestre, n'est pas le résulta
lution du globe, comme on le comprend générale
lèvement des montagnes ou des continents éta
pour l'explication d'un fait qui embrasse les deux
et où l'action des mers est restée peut-être étran
ce sont les eaux douces qui y ont joué le rôle
les rivières, les fleuves et les glaciers arrivés da
un développement prodigieux, surtout les glacier

Il me semble donc naturel de penser qu'il fau
l'origine dans des causes cosmiques ou astrono
que plusieurs auteurs (1) ont essayé de le faire
précession des équinoxes, soit dans la variatio
tricité de l'orbite de la terre, soit dans la variat
quité de l'écliptique, mouvements à très-longue
placent la terre vis-à-vis du soleil, à une époque
une position bien différente de ce qu'elle est d
présents. Le problème est posé, il n'est pas enc

Le Secrétaire analyse la note suivante de M.

*Sur les Bauxites de la chaîne des Alpines (Bouch
et leur âge géologique*, par M. H. Coqua

A la célébrité historique qui a rendu fameuse
des Baux, s'est ajoutée, dans ces dernières ann

(1) H. Lecoq, *Des glaciers et des climats*, ou des causes
en géologie. Recherches sur les forces diluviennes, ind

brité d'un autre genre, basée sur l'existence, dans son territoire et dans celui des communes limitrophes, d'une substance minérale connue sous le nom de *Bauxite*. La grande quantité d'alumine et de fer que cette substance renferme et qui la rend propre à la fabrication du fer, de l'aluminium et des sels d'alumine, lui a valu l'attention des industriels ainsi que des savants.

On a admis jusqu'ici que la Bauxite était contemporaine du terrain néocomien; c'est là une erreur que l'étude que nous rédigeons aura pour objet de redresser : mais, avant de nous occuper de son âge, indiquons en peu de mots les variétés principales sous lesquelles elle se montre le plus habituellement.

On peut reconnaître deux classes de Bauxite, celle qui comprend les variétés ferrugineuses et celle qui comprend les variétés alumineuses.

A. *Bauxites ferrugineuses.*

1° *Bauxite compacte.* — Substance pierreuse, rouge de foie, susceptible de se diviser en fragments polyédriques par suite d'un clivage dû au retrait de la matière au moment de sa consolidation.

2° *Bauxite terreuse.* — Variété de la précédente; se réduisant, au moindre choc, en fragments de très-petite dimension, et se montrant, à la surface du sol, sous la forme d'une terre incohérente, mais dépourvue de toute plasticité.

3° *Bauxite pisolitique.* — C'est la variété la plus commune. Elle est formée de pisolites de calibre variable, noyées au milieu d'une pâte de Bauxite compacte, et dont la grosseur varie de celle d'un grain de millet à celle d'une grosse chevrotine, ou bien de pisolites contiguës les unes aux autres, à peine reliées par un ciment de même nature, ou, ce qui se reproduit le plus ordinairement, implantées dans un carbonate de chaux laminaire, blanc ou verdâtre, présentant un clivage très-miroitant. Lorsque les pisolites dépassent la grosseur d'une chevrotine, on remarque, en les cassant,

---

chaleur centrale, sur les phénomènes glaciaire et erratique, in-8°; Paris, 1847.

M. Le Hon, *Influence des lois cosmiques sur la climatologie et la géologie*, in-8°; Paris, 1868.

qu'elles sont formées de la réunion de pisoli
qui sont emprisonnées dans une envelopp
surface tuberculeuse. On dirait des paquets
on se sert pour les canons chargés à mitraille
leur et la nature de leur composition, les Bau
ne diffèrent en rien, pour la structure, des mi
grains de la Franche-Comté et du Berry. Les d
concentriques dont est formée chaque pisolite
les unes des autres par une différence de tein
sure est toujours cireuse et jamais fibreuse : c
leur structure suffit à les faire distinguer, à la
certaines pyromérides rouges de l'Estérel, a
ressemblent extérieurement.

Ces trois variétés constituent les minerais d
essayé, à plusieurs reprises, de traiter dans
neaux; mais leur grande teneur en alumine rei
laitiers tellement réfractaire qu'on a dû renc
ployer. On les utilise seulement comme additi
pour servir de correctif à des minerais à gangi
dominante. Leur richesse en sesquioxyde de fe
60 pour cent.

Voici d'ailleurs quelle est la composition du i
au Nas de Gilles, dans la commune du Parad
avec celle des Baux.

Silice	4
Alumine et titane	18
Sesquioxyde de fer	60
Eau et calcaire	18
	100

Fonte obtenue, 42 pour 100.

B. *Bauxites alumineuses.*

1° *Bauxite blanchâtre.* — Masses compactes,
reuse, onctueuses, se laissant couper avec la pl
lité au couteau en petits copeaux fragiles, qu
d'aucune plasticité. Lorsqu'elles sont exposé
atmosphériques, elles se délitent à la manière
de chaux vive qu'on laisse fuser à l'air libre.
est assez rare.

2° *Bauxite rose ou violâtre.* — Masses imitan
de certains savons et offrant les mélanges les

rose et du violet, soit que ces couleurs soient distinctes sur un même échantillon, soit qu'elles soient fondues ensemble, de manière à imiter les bariolures de certaines étoffes à tons criards, destinées aux habitants des campagnes.

3° *Bauxite alumineuse pisolitique.* — Cette variété établit le passage des Bauxites pierreuses proprement dites aux Bauxites ferrugineuses. — Les pisolites sont ordinairement très-clairsemées dans la pâte et constituent des roches d'un grand effet.

Les analyses suivantes, que nous empruntons à M. H. Sainte-Claire Deville (1), donneront une idée assez complète de la composition du minerai de la Bauxite qui, comme toutes les matières non cristallisées, est assez mal définie.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Silice.....	21,7	2,8	4,8	»	2,0
Titane.....	3,2	3,1	3,2	»	1,6
Sesquioxyde de fer..	3,8	25,3	24,8	34,9	48,8
Alumine.....	58,1	57,6	55,4	30,3	33,2
Carbonate de chaux.	traces.	0,4	0,2	12,7	5,8(corindon)
Eau.....	14,2	10,8	11,6	22,1	8,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

I. Argile du communal des Baux, type des matières les plus siliceuses; matière sans plasticité, composée de deux parties distinctes et superposées, l'une blanche qui a été analysée, l'autre rouge plus riche en fer.

II. Matière compacte, dense, rouge foncé presque brun, considérée comme un minerai de fer.

III. Même aspect : matière compacte, composée de grains ronds de Bauxite empâtés dans la même substance, agglutinés, toujours pisiformes; d'Allauch près de Marseille.

IV. Minerai à pâte calcaire, très-dur, très-compacte, et qui constitue des gisements puissants dans la commune des Baux.

V. Bauxite des Calabres.

Berthier (2), qui a, le premier, analysé le minerai des Baux, indique la composition suivante :

(1) H. Sainte-Claire Deville, *De la présence du vanadium dans un minerai alumineux du midi de la France.* (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, 1861, t. LXI, p. 309.)

(2) Berthier, *Annales des Mines*, t. VI, p. 531.

		OXYGÈNE
Peroxyde de fer.....	0,278	»
Alumine.....	0,520	0,2429
Eau.....	0,202	0,1811
	1,000	

Dufrénoy (1) l'a rapproché de la Gibsite. M. H
Deville le considère plutôt comme une variét
Ce rapprochement est douteux.

Quelques échantillons peuvent contenir 60 à
lumine. C'est le minerai d'alumine le plus r
puisse trouver.

Outre les éléments ci-dessus mentionnés, M
connu la présence du Vanadium, qui, pour le r
vest, près Toulon, s'élève à une quantité de (
celui de la Calabre, à 0,0006.

La Bauxite est employée en quantité très-con
l'usine de Salindres, ainsi qu'en Allemagne, p
tion de l'aluminium et de l'alumine.

Nous voici renseignés d'une manière suffisa
position de la substance; pour être bien fix
qu'elle occupe dans la série stratigraphique,
passer rapidement en revue les divers tern
secondaire qui se succèdent entre les couche
rieures du terrain tertiaire et la base de la cr
puisque nous aurons à démontrer que c'est d
minérales qui se montrent entre ces deux niv
Bauxite. Cet aperçu est d'autant plus nécessa
assises santoniennes à *Micraster coranguinun*
truncatus, et le falunien à *Ostrea crassissima*, l
se développent dans les Bouches-du-Rhône, ave
énorme, sont tous d'origine lacustre, et que, p
synchronisme avec les terrains marins du reste
géologues du Midi, qui se sont occupés de cett
et ardue, ont eu autant de temps à dépenser
des résultats pratiques que pour défendre
contre des oppositions systématiques et mal fo

Ces divergences ont le grand inconvénient
progrès de la science; car, pendant que les géo

(1) Dufrénoy, *Traité de Minéralogie*, t. II, p. 347.

placent au sommet de la formation crétacée 1,800 mètres de couches lacustres qui contiennent des faunes qu'on ne doit rencontrer nulle part ailleurs, parce que, ailleurs, jusqu'à présent du moins, on ne leur connaît comme équivalente qu'une craie d'origine marine, les autres, dans les classifications qu'ils donnent des terrains, traitent ces 1,800 mètres comme s'ils n'existaient pas, et les bannissent à la fois de la craie et du terrain tertiaire : ce qui est un moyen plus commode que scientifique de trancher le nœud gordien de la question.

Quoi qu'il en soit, dans notre Provence littorale, au-dessus des bancs à *Hippurites organisans*, on observe un étage lignitifère que j'ai décrit (1) et qui est d'origine marine à sa base et fluvio-lacustre dans ses bancs supérieurs. C'est mon étage santonien. Il se retrouve à Gosau en Autriche, et au moulin de Tiffau dans l'Aude.

Dans deux publications récentes, M. Matheron (2) reconnaît au-dessus de mon santonien et range dans la craie supérieure : 1° les lignites de Fuveau et les calcaires à *Lychnus* de Rognac, qu'il assimile aux assises supérieures de Maëstricht, et 2° les calcaires du Cengle et les argiles rouges de Vitrolles, qui appartiennent au terrain garumnien de M. Leymerie. Le garumnien est surmonté, dans la vallée de l'Arc, par les calcaires du Montaiguet et de Cuques, dans lesquels ce géologue voit les équivalents plus ou moins complets de toute la série tertiaire éocène, telle qu'elle existe dans le bassin parisien.

Or, c'est à la base du calcaire de Rognac, c'est-à-dire immédiatement au-dessus des couches lignitifères de Fuveau, que gisent les Bauxites dans les Alpines, soit que l'on veuille voir dans ce calcaire la base de l'étage garumnien, soit que, d'accord avec M. Matheron, on le considère comme parallèle aux couches les plus élevées de la craie supérieure du nord de l'Europe (étage dordonien).

La station de Saint-Martin-de-Crau s'élève en plein désert pierreux, entre Arles et Miramas. Quand de ce point on veut se rendre à Saint-Remy, c'est-à-dire couper la chaîne des Alpines perpendiculairement à sa direction, la route que l'on suit et qui relie ces deux points abandonne, près du Mas de

(1) Coquand, *Description géologique du bassin de la Sainte-Beaume*, 1864.

(2) Matheron, *Bull.*, t. XXI, p. 56, et *Note sur les calcaires lacustres à Strophostoma lapicida* (*Bull.*, t. XXV, p. 762).

la Fourbine, le plateau caillouteux de la Crau, et descend par une pente ménagée jusqu'à l'étang des Baux, en recoupant successivement les brèches du Tholonet (étage garumnien), le Klippenkalk corallifère du jurassique supérieur, les dolomies suprà-oxfordiennes qui le supportent et l'oxfordien supérieur avec *Ammonites plicatilis*. Ce même système jurassique reparaît sur le bord opposé de l'étang, et constitue le premier saillant montagneux, l'avant-garde des Alpines. Entre ce bourrelet et le village de Maussane, s'étale une très-belle plaine qui a pour sous-sol le terrain à *Lychnus*. A 1,500 mètres environ au nord de Maussane, et en suivant la route des Baux, on franchit un torrent sur le pont du château de Manville, et on s'engage dans un défilé que dominent, de chaque côté, des montagnes calcaires, couronnées par des pics à formes bizarres.

L'œil aperçoit sur la gauche, dans le quartier dit des Méjeans, de grandes traînées, couleur rouge de sang, parallèles à la direction des crêtes, et qui contrastent par leur teinte rutilante avec le ton gris des calcaires encaissants. Ceux-ci font partie du terrain à *Caprotina ammonia*, et sur le sentier qui longe la berge orientale du torrent des Baux, on les voit reposer sur les assises à *Spatangus retusus*.

La combe des Méjeans, que dessert un chemin charretier, est encaissée entre deux remparts de calcaire urgonien, A, A' (fig. 1). Ce calcaire est blanc, disposé en couches épaisses, sans aucun banc de marnes subordonné. Au nord, la bande A' supporte :

1° Un dépôt de Bauxite, B, d'une puissance de 12 à 15 mètres environ, et dans lequel les Bauxites pierreuses l'emportent en quantité sur les Bauxites ferrugineuses. Vers les parties supérieures, les couleurs vives tendent à s'effacer, et on entre dans des masses où le violet, le rose, le jaune et le blanc se marient ensemble, et marbrent la roche d'une façon capricieuse.

On recoupe ensuite :

2° Des argiles grisâtres calcarifères, C, 0m,40;

3° Un deuxième banc de Bauxite, B, rouge, pisolitique, 0m,25;

4° Un premier banc de calcaire gris-noirâtre, E, donnant à la percussion l'odeur particulière des calcaires lacustres, 1m,50;

5° Un banc, D, entièrement formé de pisolites calcaires de grande dimension, dont quelques-unes dépassent la grosseur d'une pomme. Dans les parties exposées à l'air, ces pisolites se désagrégent et recouvrent les pentes d'un dépôt meuble que

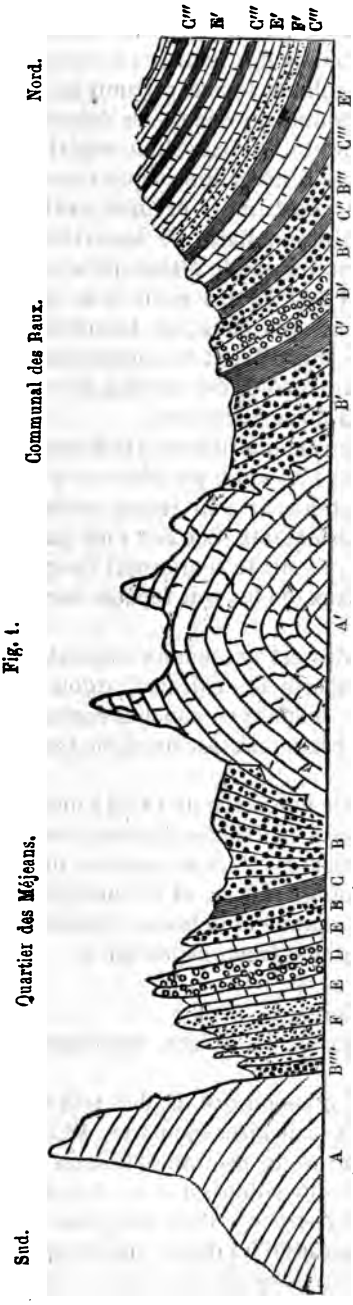


Fig. 1.

A, A'. Calcaire urgonien. — B, B', B'', B''', B''''. Bauxites. — C, C', C'', C'''. Argiles marneuses. — D, D'. Calcaire à grosses pisolites. — E, E'. Calcaire à *Lychnus*. — F, F'. Grès quartzeux.

l'on croirait composé, au premier coup d'œil, de cailloux roulés. Mais, en les cassant, on voit qu'elles sont formées de couches concentriques très-serrées, et que quelques-unes renferment à leur centre une *Melanopsis* ou bien un noyau de Bauxite rouge; on observe, de plus, des orbes qui, de distance en distance, sont colorées en rouge par le sesquioxyde de fer; et le ciment qui unit les pisolites est souvent un mélange rubigineux de calcaire et de Bauxite; $1^m,50$;

6° Deuxième banc de calcaire gris-noirâtre, E, analogue à celui du n° 4, $1^m,30$;

7° Grès jaunâtre, F, friable, grossier, avec traînées de quartz roulé, 4 mètres;

8° Bauxite, B'''', alumineuse, blanc-rosée, $0^m,10$.

Le système lacustre vient buter par faille contre le mur urgonien, A, dont la paroi est recouverte de miroirs dus au frottement.

La stratification de la Bauxite et des divers bancs qui la recouvrent ou qui alternent avec elle, est très-nettement marquée : seulement, en se rapprochant de la

faille, les couches se montrent légèrement re
elles-mêmes.

Je me suis assuré par de nombreuses vérific
Bauxite n'est nullement subordonnée au calcair
ammonia. Vers les surfaces de contact, celui-ci es
creux ont été occupés par les aluminates, mais c'
remplissage postérieur à leur formation. L'origine
Bauxites est aussi bien indiquée par leur structure
stratification et leur alternance avec des grès, de
des argiles. Il est évident que la sédimentation
élevé de la craie supérieure débuta au fond d
éléments sidérolitiques, alumineux et calcaires
amener des sources minérales, et qu'un certai
dans les eaux façonna en pisolites. La nature sp
produits ne peut laisser subsister aucun doute à
effet, si, pour la formation du carbonate de chau
mers, on peut recourir à la décomposition des c
soude et de potasse par les chlorures de sodium
sium, cette explication est complétement inad
les calcaires d'origine lacustre, puisque les eau
précisément privées des chlorures qui sont indisp
opérer les réactions invoquées. L'apport des matiè
par des sources qui en tenaient les principes e
est donc un fait qui me paraît solidement établi
dehors de toute contestation sérieuse. L'intérêt d
au surplus, est de pouvoir fixer l'âge précis des I
place qu'elles occupent dans la série stratigraphi
ditions du premier gisement que nous venon
donnent la solution exacte du double problème, e
vue chimique, elles assignent à ces aluminates un
logue, à part quelques différences de compositio
minerais de fer oolitique et en grains que l'on tr
niveaux des formations tertiaires et secondaires.

La barre urgonienne, A', qui domine la comb
vers le nord, est un pied-droit d'une voûte qui es
le centre de la montagne, et dont le pied-droit opp
avec une inclinaison contraire, plus rapproché
terrain lacustre à Bauxite obéit à ce mouvem
former une deuxième ligne d'affleurements paral
mière, et que l'on peut suivre, sans discontinu
Mont Pahon à l'ouest, jusqu'à la base des crêtes
à l'est, c'est-à-dire dans tout le bassin lacustr

commune des Baux. Les sorties des couches sont jalonnées, dans tout leur parcours, par de nombreuses fouilles, d'où l'on retire les minerais alumineux.

Un second point qui se prête admirablement à l'étude, est celui que l'on rencontre, sur la gauche de la route des Baux, précisément à l'angle du parc de Manville. On y voit (fig. 1) les Bauxites B', B'', B''', alterner à plusieurs reprises avec des argiles C', C'', et les calcaires pisolitiques D', qui forment la base du terrain à *Lychnus*, en présentant une stratification nette et les passages les mieux ménagés d'une couche à une autre. Le calcaire urgonien, qui sert de base à l'édifice, est rempli de poches irrégulières dans lesquelles la Bauxite a pénétré.

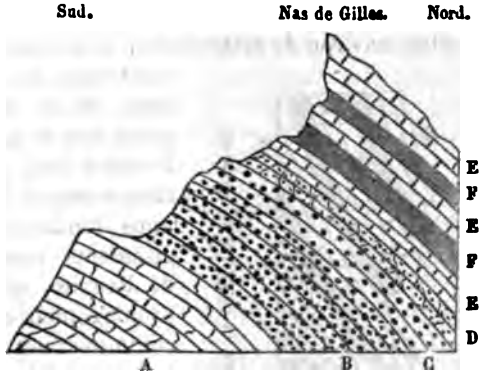
Les crêtes des gisements de Bauxite traversent en écharpe, de l'est à l'ouest, le communal des Baux, et présentent les mêmes accidents que le point que nous venons de signaler, et dont, en réalité, elles ne sont que la suite. Les Bauxites ferrugineuses s'y montrent peu développées; les masses sont plutôt composées de Diaspores onctueux au toucher, teintés de rose ou de violet, au milieu desquels la variété pisiforme est engagée en traînées irrégulières. Avant d'arriver à la route des Baux au Paradou, on trouve le sol jonché de rognons de silex à surface tuberculeuse, mais d'une légèreté remarquable, et offrant, quand ils sont brisés, une couleur blanche irréprochable. Ce sont de véritables silex nectiques, provenant de l'épuisement de ménilites, et qui, lorsqu'ils sont immergés dans l'eau, laissent dégager, avec un pétillement général, une série de bulles qui se suivent les unes les autres avec la continuité d'un feu de file.

En face du Mas de Guerre, au pied même des escarpements de mollasse marine, les Diaspores proprement dits disparaissent pour faire place aux minerais plus spécialement ferrugineux, et ces allures ne changent plus jusqu'au-dessous du pic du Mont-Pahon, où se trouve la dernière mine exploitée. Aussi est-ce à cette région que l'on réclame surtout les approvisionnements des hauts-fourneaux, et de cette région que proviennent les variétés de Bauxite pisiforme, dont les globules, très-bien calibrés, sont engagés dans un carbonate de chaux limpide et laminaire.

Les fouilles pratiquées en face du Mas ruiné du Pigeonnier, et surtout celles que l'on a ouvertes sous le pic désigné par le nom de Nas de Gilles (fig. 2), sont les plus importantes. Elles entament des masses pures de tout mélange, B, de plus de

7 mètres de puissance, entièrement composées de pisolites agglutinées, et que recouvre un chapeau de Bauxite, C, rosée,

Fig. 2.



dans lequel les pisolites se montrent clair-semées. La masse est surmontée par un calcaire jaunâtre, D, de 0m,10 de puissance, auquel succèdent les calcaires, E, et les argiles, F, qui sont les éléments constituants du terrain d'eau douce des vallons des Baux et d'Arige.

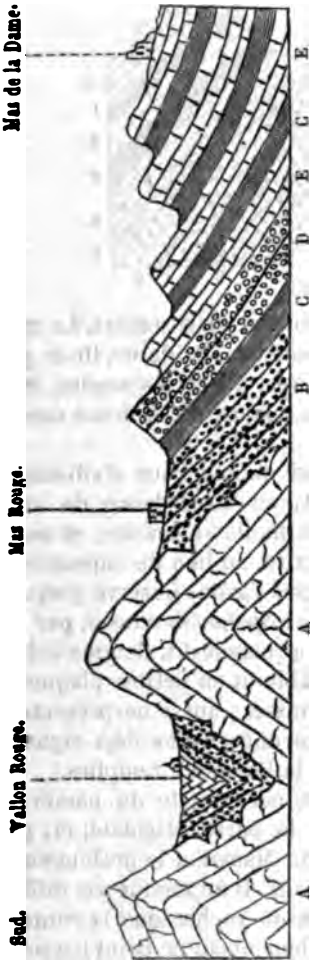
Au-dessus du Pigeonnier, ainsi qu'aux Baux d'ailleurs, le terrain à *Lychnus* est recouvert, en discordance de stratification, par de puissants îlots de mollasse marine, et au Nas de Gilles et aux alentours, la Bauxite, au lieu de s'appuyer sur le calcaire à *Caprotina*, comme nous l'avons observé jusqu'ici, repose directement sur le calcaire à *Spatangus retusus*, par conséquent sur l'étage néocomien proprement dit. Comme celui-ci est composé de couches qui se débitent en petites plaquettes, il n'est pas susceptible de se crevasser; aussi ne présente-t-il point ces poches irrégulières que nous avons déjà signalées dans le calcaire urgonien, et que la Bauxite a remplies.

Après avoir examiné la partie occidentale du bassin des Baux, il me restait à en étudier la partie orientale, et, pour cela, à venir retrouver, au pont de Manville, le prolongement du gisement du quartier des Méjeans. Il ne me fut pas difficile de le rencontrer à l'angle même du rocher que la route de Maussane aux Baux a entamé. Seulement sur ce point il a perdu beaucoup de son importance : le minerai alumineux est réduit à une épaisseur de 0m,40, il s'appuye sur le terrain néocomien et il est recouvert par les mêmes calcaires pisolitiques,

les mêmes grès et les mêmes argiles qui nous sont déjà connus. Nous recoupions ce système sur la route de Maussane à Saint-Remy, et, en face, nous prenions un sentier de montagne qui aboutit au Vallon-Rouge (fig. 3), où la formation lacustre, avec Bauxite à la base, est pincée dans un pli du terrain urgonien A.

A 1,500 mètres environ de cette station, nous traversions le contre-fort des Alpines à angle droit, c'est-à-dire qu'au lieu de marcher de l'ouest à l'est, nous marchions du sud au nord, et nous tombions sur des gisements remarquables de Bauxite, qui sont le prolongement de ceux du communal des Baux. Ici encore le Diaspore prédomine sur les minerais ferrugineux, et la Bauxite pisiforme forme quelques amas irréguliers noyés au milieu d'aluminates peu riches en sesquioxyde de fer. Les calcaires à grosses pisolites y prennent un développement prodigieux; quelques-unes atteignent les dimensions du poing, d'autres revêtent la forme de cylindres de 5 à 6 pouces de longueur. Au-dessus se développent les calcaires bleuâtres, alternant avec des argiles grises, qui viennent expirer sur les flancs du terrain néocomien, qui circonscrit entièrement le bassin lacustre des Baux.

Fig. 3.



A. Calcaires à *Coprotina ammonia*. — B. Bauxites. — C et E. Argiles et calcaires à *Lychnus*.
D. Calcaires pisolitiques.

Au delà des crêtes des Paulettes, qui établissent la séparation des communes des Baux et de Mouriès, on pénètre dans

un autre terrain lacustre, que divise en deux branc une arête néocomienne intermédiaire. L'une de ce la septentrionale, descend sur Aureille en passant de Lautier et Saint-Jean, et l'autre, la méridionale dessus de Mouriès un bassin étranglé qui vient se première à 1 kilomètre environ du village d'Aureil ments de Bauxite de Mouriès ont fourni les mên que ceux des Baux et du Paradou ; ses caractères sont identiques.

Nous voyons, en résumé, que le terrain à *Lychn* sur le versant méridional des Alpines, deux bas l'un de l'autre, celui de Maussane et des Baux, d cement est relativement assez considérable, et celu et d'Aureille, qui n'était autrefois qu'un lac très-étı en deux *fiords* par une langue de terre néocomienı

Le versant septentrional des Alpines est égale depuis Saint-Remy jusqu'à Orgon, par une bande de calcaire à *Lychnus*. Comme sur le versant oppo des Bauxites qu'il débute. Elles se trahissent au grand nombre de points, notamment dans le v antiquités romaines de Saint-Remy et dans la comn lières, où elles ont été exploitées pour les hau d'Alais. Les calcaires qui les surmontent et avec l alternent à leur base, contiennent les *Lychnus ellip L. Urgonensis*, Math., *Pupa antiqua*, Math., *P.* Coq., sp. n., *Bulimus terebra*, Math., *Auricula Req Cyclostoma solarium*, Math., *C. Lunelii*, Matl *Beaumontiana*, Math., etc. Ces fossiles se retrouve et indiquent clairement leur contemporanéité a Rognac.

Comme les coupes et les détails que nous pourri aux communes de Saint-Remy et d'Eygalières, re servilement ceux que contient notre description d Baux, et que notre intention est moins de fourni graphie que de préciser exactement l'âge et la po graphique des Bauxites, nous nous abstiendrons d des développements plus étendus.

Nous croyons avoir démontré, d'une manière s Bauxites, dans la région provençale que nous venon occupent une position normale à la base du terrain puisqu'elles alternent avec des calcaires et des a même formation, et qu'elles ne représentent point c

étrangers empruntés à des terrains plus anciens et remaniés ensuite. Pour les gisements des Baux et d'Aureille, cette explication serait d'autant plus inadmissible que ces bassins, complétement fermés et de très-petite étendue, sont enclavés au milieu de la formation néocomienne, et que celle-ci ne possède aucun dépôt de Bauxite auquel les eaux lacustres auraient pu faire des emprunts. D'ailleurs, la structure pisolitique des aluminates ainsi que des calcaires encaissants, jointe à leur empâtement par le carbonate de chaux laminaire qui leur sert de ciment, exclut toute idée de remaniement. Ce sont donc positivement des couches déposées sur les places mêmes où on les observe aujourd'hui, et portant la date de la formation dont elles font partie intégrante et constituante.

Quant à leur origine, elle ne saurait être douteuse. Elle se rattache incontestablement à l'intervention de sources minérales qui, à l'époque où vivaient les *Lychnus*, ont apporté, soit dans les lacs, soit à la surface des sols émergés, les aluminates de fer et les Diaspores qui constituent les minerais de Bauxite. La structure pisiforme, indépendamment des circonstances géologiques relatées ci-dessus, vient encore corroborer cette opinion.

La production des Bauxites paraît avoir été un fait général pendant l'époque géologique dont nous venons de préciser la date. Ainsi, à Villeveyrac, dans l'Hérault (1), le fer aluminaté à l'état pisolitique se trouve empâté dans une argile de même nature, et il constitue, au-dessus de l'oxfordien, un vaste dépôt, recouvert par des calcaires qui contiennent les *Physa doliolum*, Math., *Cyclostoma Lunelii*, Math., *C. bulimoïdes*, Math., etc., et qui, évidemment, sont du même âge que les calcaires de Rognac, des Baux et de Saint-Remy. La position et l'origine de ces Bauxites sur ce point ont été l'objet d'interprétations différentes. On fut porté à admettre que l'argile ferrugineuse avait été reprise par les eaux qui avaient déposé les sédiments lacustres, stratifiée à l'égal de ces derniers, et incluse ainsi dans les couches de la formation à *Lychnus*. On recourait donc à la théorie d'un remaniement. Je pense que leur contemporanéité avec celle-ci et avec les Bauxites des Baux ne saurait être sérieusement contestée aujourd'hui. Leur origine se rattache à l'existence des sources minérales. Quand ces sources ont éclaté au milieu des lacs ou des mers en travail de sédimentation, leurs pro-

(1) *Bull.*, t. XXV, p. 934.

duits se sont mélangés aux autres produits ten
sion et en dissolution dans ces lacs ou dans ces n
alternance, leur mélange et une date commu
contraire, les canaux souterrains que suivaient c
débouché dans des terrains émergés, les élémen
ont formé, au-dessus des points d'émergement
gnons plus ou moins étendus, qui n'ont pu être
constituent les dépôts isolés que l'on observe, s
mation jurassique, comme dans les environs de
soit dans les calcaires urgoniens (Revest, près d
dans les calcaires provenciens (Allauch, près d
Lare, près d'Auriol; Rougiers-Vieux, Massif de la
Mais, nous le répétons, tous ces dépôts sont de la
et cette époque est celle des calcaires lacust
donc, de la craie supérieure. Ils ont inaugur
étages rubiens ou rutilants, dont la livrée, co
est, dans les départements des Bouches-du-Rhô
rault, le rouge amarante vif.

Parmi les gisements les plus importants a
Baux, et que l'on serait tenté d'attribuer, co
d'ailleurs à tort jusqu'ici, à la catégorie de c
formés à travers des terrains émergés, on doit
mière ligne, les masses que l'on exploite dans
de Cabasse et de Sainte-Marie-du-Thoronet, au
dans le Var.

La distance du Luc à Cabasse est de 12 kilo
et, à partir du grès bigarré qui forme la ba
visibles, jusqu'au cornbrash qui en forme le co
recoupe successivement le muschelkalk, le keu
à *Avicula contorta*, l'infra-lias, le lias inférieur,
rieur, et l'oolite inférieure. Le cornbrash se
de Cabasse, sous forme d'une corniche imposa
compacte, que la rivière de l'Issole coupe da
grand effet. C'est au delà du pont qui est à une
du domaine Girard, que sont ouvertes, dan
même, les carrières qui fournissent des pierres
estimées pour les constructions.

Entre ce domaine et le pont, un chemin
traverse d'abord le muschelkalk à *Terebratula*
dans une vigne au milieu de laquelle sont ou
chantiers de bauxite, que trahit de loin la co
tailles. Le premier chantier a attaqué un dé

une vingtaine de mètres de puissance et qui est entièrement composé de Bauxite rouge, pisolitique, offrant à peu près les mêmes variétés de structure que celle des Baux. Il n'est pas rare de rencontrer çà et là quelques nids de Diaspore blanchâtre, cireux dans la cassure, servant d'enveloppe à des rognons de minerai ferrugineux et remarquables par l'onctuosité et le poli des surfaces : on dirait d'une espèce de savon ; on remarque, de plus, que les grains pisolitiques sont engagés au milieu d'une pâte composée de petites oolites miliaires luisantes à la manière de la poudre de Berne. Enfin, nous devons mentionner dans un très-grand nombre de pisolites la présence du manganèse peroxydé, qui remplace, en certaine proportion et quelquefois en totalité, le peroxyde rouge de fer, ou bien alterne avec lui. Ce même manganèse s'est fréquemment insinué dans les fissures dues au retrait de la masse, de sorte que les fragments en lesquels celle-ci se débite sont enduits d'une patine noirâtre.

Le chantier que l'on a ouvert à 1 kilomètre environ à l'est du premier, a pour but d'exploiter la continuation du gîte; mais, sur ce point, on a négligé les variétés ferrugineuses pour s'attacher aux Bauxites pâles, lesquelles consistent ordinairement en une substance pierreuse grisâtre, olivâtre, violâtre ou rosée, à pâte homogène, à cassure conchoïde, onctueuse au toucher et remplie de nombreuses cavités irrégulières, qui rappellent la structure cariée de certains calcaires travertineux, ou bien en une roche jaunâtre sale, finement oolitique, dans laquelle sont éparses çà et là des pisolites rouges, de la taille d'un gros pois, comme des étoiles de premier ordre au milieu de la voie lactée.

Ce magnifique amas de Bauxite, que l'on peut suivre sur ses affleurements et sur un parcours de plusieurs kilomètres, est dirigé sensiblement de l'est à l'ouest, et semble subordonné au calcaire du cornbrash, dont on le croirait contemporain à première vue. Mais, en examinant les choses de plus près, on s'aperçoit bien vite de son indépendance, et on voit qu'il s'appuie simplement sur ce terme de la formation jurassique, et qu'après en avoir comblé les crevasses qui, comme on le sait, se montrent si fréquentes dans les calcaires compactes, il a débordé au-dessus d'elles en se répandant dans le voisinage, en un mot, qu'il se comporte, dans cette région du Var, exactement comme dans la commune des Baux.

Mais il y a plus : le chemin qui relie les deux chantiers que

nous venons de mentionner, est tracé dans des sables blanchâtres argileux et dans des grès quartzeux, micacifères, grisâtres ou rougeâtres, qui recouvrent la Bauxite sur les pendages méridionaux et indiquent clairement leur origine sédimentaire. J'ai recueilli parmi les éléments de ces grès, des cailloux de quartz roulés, du diamètre d'une pièce de 5 francs; on rencontre également de grandes sphères d'un grès très-solide, riche en mica, dont quelques-unes dépassent le volume de la tête d'un homme, et qui représentent les portions qui, cimentées plus solidement, ont résisté à la désagrégation générale de la roche.

En somme, on a sous les yeux, dans la commune de Cabasse, la base de l'étage de Rognac, réduite à ses Bauxites, à ses grès et à ses argiles, moins les calcaires supérieurs fossilifères; mais, un peu plus vers le nord, dans les territoires de Salernes et de Sillans, où les argiles rubiennes et les grès concomitants acquièrent un très-grand développement, les calcaires se montrent comme dans les Bouches-du-Rhône, et ont fourni à M. Henry, zélé naturaliste du Luc, un Bulime de grande taille, identique à celui que j'ai eu l'occasion de découvrir dans les gisements à *Lychnus* et à Bauxites des environs de Saint-Remy.

C'est dans des conditions analogues que se présentent les gisements de Bauxite que contient le bois de Peygros et qui sont distants de ceux de Cabasse de 6 kilomètres environ. On peut, à la rigueur, les considérer comme une dépendance et le prolongement les uns des autres; ils ont la même direction et ils reposent également sur le cornbrash; là encore, ils remplissent les poches ouvertes dans le calcaire, et on voit même des blocs de ce calcaire complétement détachés et encastrés au milieu de la Bauxite même, avec une enveloppe de manganèse peroxydé. Ils sont également accolés au muschelkalk et à ses dolomies subordonnées, contre lesquels ils viennent buter par faille.

On suit le muschelkalk jusqu'à l'ancienne abbaye du Thoronet, et, dans la cour même du couvent, on aperçoit une puissante couche de Bauxite rouge qui la traverse dans toute sa longueur, et que l'on peut suivre, en dehors, sur plus d'un kilomètre, sur la route de l'Abbaye à Sainte-Marie-du-Thoronet. A droite, la Bauxite s'appuie sur le terrain triasique, à gauche, sur le calcaire du cornbrash auquel succèdent les calcaires marneux grisâtres de l'oolite inférieure à *Ammonites Parkinsoni*. Ce gisement est dirigé du nord-ouest

au sud-est, et ce changement est dû à une de ces dénivellations qui se manifestent à chaque pas dans les montagnes accidentées de la Provence et rendent l'interprétation géologique de ces contrées presque impossible à l'aide de cartes à l'échelle de celles de Cassini et de l'État-major.

Les Bauxites reparaissent au sud de Sainte-Marie-du-Thoronet, un peu au-dessus du hameau des Cadoux, dans le sentier de montagne qui met en communication cette commune avec celle du Luc. Sur ce point encore, les dolomies triasiques viennent buter contre de superbes escarpements du cornbrash, qui sont le prolongement de ceux de Cabasse; mais les couches sont renversées, jusques et y compris le muschelkalk, qui, par suite du renversement, termine la série au lieu de la commencer. Aussi, en suivant la vallée de Vallongue, quoique par le fait on remonte constamment la série ascendante des couches, on ne descend pas moins, géologiquement parlant, la série normale des terrains; mais, à cause même de ce renversement, qui dépasse seulement la verticale de quelques degrés, il est permis de saisir tous les caractères de la série jurassique et triasique, les épaisseurs des bancs, et de recueillir les fossiles dans leurs véritables gisements.

On voit, en résumé, que les gisements de Bauxite de Cabasse et de Sainte-Marie-du-Thoronet font partie de l'histoire de ceux des Baux et du même chapitre, et que, dans le midi de la France, les Bauxites, qu'elles soient stratifiées, ou qu'elles se montrent en dépôts indépendants et isolés au milieu de terrains plus anciens que le terrain garumnien, sont toutes de même date et se rangent sous la bannière des gîtes irréguliers auxquels on reconnaît une origine geysérienne.

M. N. de Mercey annonce avoir reconnu que le Muschelkalk de la colline des Oiseaux, à Hyères (Var), contient, dans sa partie supérieure, un lit discontinu et fort mince, remarquable par l'abondance des coquilles, à l'état de moules, qui le composent presque entièrement et dont voici la liste :

Turbonilla scalata, Br.;
Myophoria vulgaris, Br.;
Myophoria Goldfussi, Alb.;
Myacites elongatus, Schl.;
Pecten discites, Br.;
Avicula....

Séance du 7 août 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du pro
la dernière séance, dont la rédaction est ado

M. Hébert annonce la mort de M. Féry.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Delesse, *Carte géologique du* *la Seine*, 2 f.; Paris, 1865.

De la part de M. P. Gervais, *Remarques sur Cétacés de la division des Balénidés, tirées de l'exa relatives à ces animaux qui sont conservées au Mu naturelle*, in-4°, 10 p.; Paris, 1871.

De la part de M. Mussy, *Carte géologique et du département de l'Ariége,* 1 vol. de *Texte ex* 276 p., et 1 vol. de *Planches*, in-4° oblong, 6 p. Foix, 1870, chez Pomiès.

De la part de M. H. E. Sauvage, *De la présen du type Mosasaurien dans les formations jurassiq de Boulogne-sur-Mer*, in-4°, 2 p.; Paris, 1871.

De la part de M. G. Guiscardi, *Soprà un Tes Foca*, in-4°, 10 p., 2 pl.; Naples, 1871, chez Fil

Comptes rendus des séances de l'Académie t. LXXI, (second semestre 1870.)

Répertoire des travaux de la Société de Statistiq tomes XXXI et XXXII, 1870 et 1871.

Notizia storica dei lavori fatti della Classe di S matematiche della R. Accademia delle Scienze di anni 1864 *et* 1865, par le professeur A. Sobre adjoint de la classe, in-8°, 152 p.; Turin, 186

Appendice al volume IV degli Atti della R. A Scienze di Torino; Turin, 1869.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. Mussy annonçant l'envoi de son *Explication de la carte géologique et minéralurgique du département de l'Ariége.* (V. la *Liste des dons.*)

M. l'Archiviste annonce que M. Delesse a bien voulu donner à la Société un nouvel exemplaire de sa belle *Carte géologique du département de la Seine*, au $\frac{1}{25,000}$, pour être placé dans la salle des séances.

M. le Président exprime à M. Delesse tous les remerciements de la Société.

M. P. Gervais fait la communication suivante :

M. Paul Gervais, à l'occasion d'un mémoire de M. Marsh, relatif à de nouvelles espèces de mammifères découvertes dans les riches gisements des États-Unis, connus sous le nom de *Mauvaises terres du Nébraska*, mémoire inséré dans le n° de juillet de l'*American Journal of Science and Arts*, que la Société a reçu dans la séance de ce jour, fait remarquer combien ces découvertes offrent d'intérêt, qu'on les envisage dans leurs rapports avec la géologie stratigraphique, ou au point de vue de la théorie de la filiation des êtres. — M. Marsh ajoute dans le travail dont il est fait mention seize espèces à celles que l'on connaissait déjà, dans les mêmes dépôts, par le bel ouvrage de M. Leidy (1) et par les publications plus récentes du même auteur. Elles donnent une idée plus complète de ce curieux ensemble d'animaux, les uns comparables par leurs caractères génériques à ceux qui sont enfouis dans les gypses des environs de Paris et dans les dépôts de l'Europe centrale qui en ont été contemporains, et rentrant également dans la tribu des Paléothériums ou dans celle des Chéropotames; les autres du groupe des Rhinocéros, dont nos gisements les plus anciens, actuellement connus, sont les marnes de Ronzon, indiquées sous ce rapport par M. Aymard, et les calcaires de l'Agenais, où M. Tournouër signale en effet un mélange de ces grands animaux avec ceux de la faune paléothérienne proprement dite. Il y a, en outre, aux Mauvaises terres, des Anchitériums peu différents de l'*A. aurelianense*, qui est une espèce franchement miocène. — M. Marsh y signale, de

(1) *The ancient fauna of Nebraska*, in-4°; Washington, 1852.

plus, des Lophiodons non encore décrits (*L. Bairdianus*, *affinis*, *nanus* et *pumilus*); ce qui établirait pour l'Amérique septentrionale, si tous ces mammifères appartiennent bien à la même époque géologique et proviennent bien de dépôts toujours contemporains les uns des autres, un mélange des genres particuliers aux différents étages de la série éocène étudiés dans le bassin de Paris, et en même temps leur association à certaines formes généralement considérées comme ne remontant pas au delà du miocène; mais de nouveaux détails stratigraphiques sont à désirer sous ce rapport.

Parmi les genres de mammifères qui appartiennent exclusivement, du moins à en juger par l'état présent de la science, aux dépôts tertiaires du Nébraska, un des plus remarquables est, sans contredit, celui auquel M. Leidy a donné le nom d'*Oreodon*, et dont on lui doit la description détaillée. L'Oréodon tient à différents égards des Lamas (genre *Auchenia*) qui sont aujourd'hui les représentants américains de la famille des Camélidés; mais, si la forme de ses molaires n'est pas, à la rigueur, très-différente de celle que l'on observe chez ces animaux, sa formule dentaire est tout autre, puisqu'il a, comme la plupart des bisulques intermédiaires aux ruminants et aux porcins, dont les métacarpiens et métatarsiens principaux ne se soudent pas pour former des canons, trois paires d'incisives, une paire de canines et sept paires de molaires à chaque mâchoire. M. Leidy lui attribue toutefois quatre paires d'incisives inférieures au lieu de trois, et six paires de molaires seulement, à la même mâchoire, au lieu de sept; mais M. P. Gervais fait remarquer qu'il semble préférable de regarder la prétendue quatrième incisive inférieure de l'Oréodon comme étant une canine incisiforme comparable à celle des ruminants, et d'assimiler la dent caniniforme qui la suit à une fausse molaire en crochet, comme on en voit une chez les Camélidés. On peut, ajoute-t-il, alléguer, à l'appui de cette manière de voir, que la dent saillante et caniniforme dont il s'agit, croise la canine supérieure en arrière, au lieu de la croiser en avant, ce qui ne manquerait pas d'avoir lieu si elle était réellement une canine et non la première fausse molaire.

Séance du 21 août 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Il dépose ensuite sur le bureau le premier fascicule du tome XXVIII du *Bulletin* (séances du 7 novembre 1870 au 20 février 1871).

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Goschler, *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*, 2e édition, t. I, in-8°, XXVIII-704 p.; Paris, 1871, chez J. Baudry.

De la part de M. Th. Davidson, *Sketch of the scientific life of Thomas Davidson, F. R. S.*, in-8°, 8 p., 1 portrait; Londres, 1871.

De la part du Département des Travaux publics du gouvernement de l'Inde, *General report on the Punjab Oil lands*, par B. S. Lyman, in-4°, 46-IV p., 11 pl. de cartes et coupes; Lahore, 1870.

De la part de M. Justus Perthes, *Die erste deutsche Nordpolar-Expédition im Jahre* 1868, par K. Koldevey, avec une préface par A. Petermann, in-4°, X-56 p.; Gotha, 1871, chez Justus Perthes.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe, 2e série, t. XI (XXe de la collection), 1870; le Mans.

The American Journal of Science and Arts, par B. Silliman et J. Dana, 2e série, t. L (C de la collection), 1870; New-Haven.

De la part de la Société R. des Sciences de Bohême :

1° *Abhandlungen*, 6e série, t. III, 1869;

2° *Sitzungsberichte*, année 1869;

3° *Repertorium sämmtlicher Schriften der K. B. Gesellschaft der W., vom Jahre* 1769 *bis* 1868, par le docteur G. R. Weitenweber, in-8°, VIII-120 p.; 1869.

De la part de la Société des Naturalistes de Senckenberg, à Francfort sur le Mein :

1° *Abhandlungen*, t. VII, 1re et 2e parties, 1869;

2° *Bericht über die Gesellschaft von Juni* 1868 *bis Juni* 1869, in-12; 1869.

De la part de la Société Hollandaise des Sciences de Haarlem :

1° *Die Osteologie und Myologie von Sciurus vulgaris, L., verglichen mit der Anatomie der Lemuriden und des Chiromys, und über die Stellung des letzteren im natürlichen systeme*, par C. K. Hoffmann et H. Weyenbergh, in-4°, IV-136 p., 4 pl.; Haarlem, 1870, chez Loosjes;

2° *Algæ Japonicæ Musei botanici Lugduno-Batavi*, par W. F. R. Suringar, in-4°, 40-VIII p., 25 pl.; Haarlem, 1870, chez le même.

De la part de la Société des Arts et Sciences de Batavia :

1° *Verhandelingen*, t. XXXIII, 1868;

2° *Tijdschrift voor Indische Taal-, Land-en-Volkenkunde*, par MM. W. Stortenbeker et J. J. van Limburg Brouwer, 5e sér., t. II et III (XVI et XVII de la collection), 1866-67, 1868-69;

3° *Notulen van de Algemeene en Beestuurs-Vergaderingen*, t. IV, V et VI, 1866, 1867 et 1868;

4° *Katalogus der Ethnologische Afdeeling van het Museum van het B. Genootschap van K. en W.*, in-8°, 134 p.; Batavia, 1868, chez Lange et Cie;

5° *Catalogus der Numismatische Afdeeling van het Museum, etc.*, in-8°, 48 p.; Batavia, 1869, chez le même.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de K. Natuurkundige Vereeniging in Nederlansch-Indië, 6e sér., t. IV, nos 5 et 6, t. V, nos 1 et 2, et 7e sér., t. I (t. XXIX, XXX et XXXI de la coll.); Batavia, 1867 et 1869-70.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre annonçant la mort de M. Charles Cave, professeur au lycée de Dijon, membre de la Société.

M. Cave a été tué dans les rangs de la garde nationale sédentaire, le 30 octobre 1870, *lors de l'entrée des Prussiens à Dijon.*

M. Collomb annonce la mort de M. H. Lecoq.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ch. Grad.

Note sur les Glaciers de l'ouest des États-Unis;
par M. Ch. Grad.

C'est seulement depuis quelques années que les géologues occupés à l'exploration des territoires de l'ouest des États-Unis ont porté leur attention sur les parties élevées des Montagnes-Rocheuses et de la Sierra-Nevada. Ces hautes régions restent peu inférieures pour l'altitude aux Alpes de l'Europe centrale. A une élévation de 3,000 mètres, on y trouve partout des traces d'anciens glaciers. Des blocs erratiques, de puissantes moraines, des roches moutonnées, des polis et des stries se montrent dans tous les massifs importants, avec une étonnante fraîcheur. En suivant ces vestiges, on croit marcher dans le lit d'un glacier disparu depuis hier seulement. Toutefois, hormis quelques amas de glaces rudimentaires, et à l'exception des masses de neiges persistantes semblables aux névés de nos hautes montagnes, les premiers explorateurs n'ont pas trouvé de glacier en activité. A les entendre, les traces d'une époque glaciaire se manifestent dans le nord et l'ouest de l'Amérique septentrionale avec la même netteté que nous lui connaissons en Europe, mais il ne doit plus y avoir là de glacier actuel. Les massifs du Colorado présentent encore moins de neige que les Sierras; les amas de névés y sont plus faibles et se fondent plus rapidement pendant la saison sèche. Dans les massifs de Wind-River, de Wahsatch, de Uintah, malgré une élévation supérieure à la chaîne de Laramée dans le Colorado, les neiges sont encore plus rares. Le climat des montagnes au nord du 36° de latitude, est assez rigoureux, assez froid pour fournir le développement de grands glaciers; mais les chutes de neige sont trop peu abondantes, par suite de la sécheresse de l'air. Toute cette contrée, située à 15 ou 20 degrés des côtes occidentales, est presque constamment touchée par des vents d'ouest, dont les couches inférieures perdent leur humidité sous l'influence des courants chauds qui s'élèvent des vallées, tandis que les sommets supérieurs, malgré leur exposition à des courants moins secs, reçoivent néanmoins trop peu de neige pour provoquer la formation de puissantes accu-

mulations de névé. De là l'absence des glaciers da ıs e gions, et la tendance des zônes de végétation et de la limi neiges persistantes à s'élever plus haut. Pour favoriser l mation des glaciers, quelques grands sommets isolés ne sent pas : la neige a besoin de s'accumuler dans des ci étendus et élevés, sans subir de fusion trop rapide.

Ainsi les montagnes de l'ouest de l'Amérique septe nale étaient réputées n'avoir point de glaciers. Cepen dans le courant de septembre 1870, les naturalistes charg levé topographique et géologique de ces territoires déc rent de vrais glaciers, assez étendus, dans différentes parti la chaîne des Cascades qui forme le prolongement de la Nevada de la Californie. Ces glaciers se trouvent dans les sifs des monts Sharta, Rainier, Hood, situés à faible dis de la côte occidentale, entre 42° et 47° de latitude, dan États de Washington, de l'Orégon et de la Californie. Les logues qui les ont trouvés, vers la fin du dernier autom ont fait l'objet de plusieurs communications publiées l'*American Journal of Science and Arts* (mai 1871), dont donnerons une analyse dans la présente notice.

Au commencement de septembre, M. Clarence King alla le mont Sharta avec une section de la commission d'ex tion du 47° parallèle, afin de relever les champs de lav descendent à l'est de ce sommet jusqu'aux formatio saltiques du désert de Nevada. Dans la gorge qui sé sommet de Sharta d'un cratère latéral, les géologue commission aperçurent un beau glacier venant de l principale. Son étendue n'a pas moins de 5 kilomètres gueur sur une largeur de 1,200 mètres. Sa surface chirée sur plusieurs points par des crevasses et des tombant en cascades, avec tous les accidents caract des glaciers des autres contrées. La moraine termi plus large que celles observées généralement dans Les cônes de déjection, au bord du glacier, indiq puissance autrefois beaucoup plus grande de la gla cipal sommet du Sharta atteint une élévation de 4, En suivant la crête d'un promontoire dirigé v M. King aperçut un autre groupe de trois grands le plus considérable mesure environ 7 kilomètres avec une largeur de 3 à 4 kilomètres. Sur le ve nal de la crête, la neige était beaucoup moins ligne suivant cette crête de l'ouest à l'est sép

deux moitiés, dont l'une renferme des glaciers, tandis que l'autre en est dépourvue. Lors des ascensions antérieures de ce groupe volcanique, on ne s'était élevé que sur le versant méridional, ce qui explique l'assertion du professeur Whitney, qu'il n'y aurait pas de glaciers dans cette région.

Avant et après l'ascension du mont Sharta, la commission d'exploration consacra une semaine entière à l'examen du versant méridional du massif. Depuis la première occupation des vallées de Strawberry et de Sharta par les immigrants, il n'y a pas eu de fusion des neiges comparable à celle de l'année dernière. Cette circonstance facilita beaucoup les recherches de M. King et de ses compagnons. Ils explorèrent un à un tous les *cañons*, c'est-à-dire les gorges plus ou moins profondes creusées dans la lave autour du cône principal. Sur les flancs du piton qui se dresse à côté de ce massif, il n'y avait que des amas peu considérables de neige et de glace, dans les gorges bien abritées. Ces petits glaciers, de 1,000 à 2,000 pieds de longueur, ont une constitution analogue à celle des grands courants de glace. Ils présentent des indices de stratification, et sont peut-être les restes des glaciers beaucoup plus puissants qui descendaient autrefois du massif de Sharta. Sur le versant oriental, M. King trouva dans un *cañon* profond un autre courant de glace, issu d'un amas de névé montant presque jusqu'au sommet de la montagne. L'inclinaison moyenne de ce glacier atteignait au moins 28°. Formé d'une succession de cascades, tout le front de la glace est déchiré de crevasses. Près de son extrémité inférieure, un mamelon de laves le sépare en deux courants, dont l'un se termine par une paroi fort raide, légèrement arrondie, de 275 mètres de hauteur ; l'autre branche descend à 2 kilomètres plus bas dans la gorge, presque entièrement recouverte d'amas de pierres qui tombent sans cesse des escarpements supérieurs. En réalité, on ne voit la glace à découvert, sur une étendue d'un mille, que dans les parties de son cours où les décombres de la surface tombent à l'intérieur de la masse par les crevasses. Un torrent considérable sort de la caverne à l'extrémité du glacier. La boue en suspension dans les eaux du torrent leur donne un aspect laiteux.

Après avoir contourné le pied oriental du Sharta, M. King et ses compagnons virent les neiges persistantes en contact immédiat avec la limite supérieure des forêts. Ils découvrirent deux nouveaux glaciers sur les versants du nord-est et du nord.

Ce dernier présenta surtout un grand intérêt. Toutes les neiges du versant septentrional de la montagne concourent à sa formation, constituant un champ de glace de 5 à 6 kilomètres de largeur sur les flancs du massif, descendant dans le lit des *cañons* sur une longueur de 6 à 8 kilomètres, en plusieurs branches séparées, dont chacune s'écoule par un lit distinct, ce qui n'arriverait pas sans doute si les couloirs ou les cavités dans lesquels se meuvent les glaciers étaient creusés par la glace. L'ensemble de la masse de glace est assez large pour prendre part à la convexité du cône sur lequel elle s'est moulée. Sa puissance, à en juger par la profondeur des *cañons* ou des gorges, paraît mesurer au moins de 600 à 700 mètres. Elle est déchirée par une multitude d'énormes crevasses, dont quelques-unes atteignent une longueur de 600 mètres sur 10 à 15 de largeur. Sur un ou deux points, toute la surface se montre coupée par un système de fentes concentriques, traversées elles-mêmes par une série de crevasses radiales, de telle sorte que la glace se décompose en un chaos de blocs et d'aiguilles gigantesques. Seuls, les ponts de neige, allant d'une masse à l'autre, permettent de franchir les crevasses, mais non sans danger. Vers l'extrémité des courants de glace, toute la surface disparaît sous des amas de blocs à arêtes vives, comme au bord inférieur du glacier de Zmutt, en Suisse. On peut dire que le versant nord de la montagne tout entier supporte une seule masse de glace, interrompue seulement par une série d'arêtes d'origine volcanique qui s'élèvent au-dessus du niveau général et forment la séparation entre les diverses coulées. Veines de glace bleue et plans de stratification étaient nettement indiqués dans la masse, à la surface de laquelle des courants d'eau considérables prenaient naissance pendant les journées chaudes.

Plus bas, l'ancienne extension des glaciers était marquée par de puissantes moraines. Toute la partie inférieure du massif présentait dans sa topographie des modifications dues au dépôt de débris charriés par les glaciers. Sur le revers méridional, maintenant dépourvu de neige, il y a, vers 2,400 mètres d'altitude, une terrasse étendue en forme de plateau, large de 800 à 900 mètres, qui entoure une moitié du mont Sharta et se compose entièrement de débris morainiques. En outre, ajoute M. King, des moraines médianes, soit rectilignes, soit légèrement courbées, se détachent de la montagne dans toutes les directions, pour descendre encore à plusieurs kilomètres

dans les vallées. La commission géologique employa plus de six semaines à l'exploration de cette région. Elle étudia les coulées de laves, dressa la carte des différentes formations visibles sur les parties libres du massif, acheva le relevé aussi complet que possible de ses détails de structure, de ses vallées et de ses glaciers. Bref, les résultats de l'exploration seront présentés sur une carte topographique à l'échelle de $\frac{1}{31,680}$ avec courbes équidistantes de 60 à 60 mètres d'élévation verticale. M. King a été assisté dans ses recherches par MM. Emmons, Sisson, F. A. et A. B. Clark.

A la même époque, MM. Arnold Hague et A. D. Wilson étaient occupés de l'étude géologique et topographique du mont Hood, tandis que MM. S. F. Emmons et Wilson se portaient vers le mont Rainier, qui forme également un massif volcanique isolé, pourvu de glaciers actuels, sur le prolongement de la Sierra-Nevada. Le mont Rainier ou Tachoma, selon un rapport de M. Emmons, alimente les quatre principales rivières du territoire de Washington, à savoir : le Cowlitz, qui débouche dans la Columbia, le Nisqually, le Puyallup et le White-River, qui débouchent dans le golfe de Puget. Formé de trois pointes, le sommet du mont Rainier atteint sa plus grande hauteur du côté de l'est. Cette pointe orientale paraît avoir constitué à l'origine le centre du massif. C'est un cratère circulaire très-régulier, de 400 mètres environ de diamètre. Depuis le bord supérieur, ses flancs sont nus sur une hauteur de 20 mètres; mais, plus bas, ils disparaissent sous un manteau de névé, avec une inclinaison de 28 à 31°. Ce névé s'étend sur les flancs des trois pointes, sur une étendue de plusieurs kilomètres, pour descendre à 600 mètres de hauteur verticale au-dessous du bord du cratère, sous l'aspect d'une immense surface d'une blancheur éblouissante, formée de glace grenue, interrompue seulement par des fissures transversales, dont l'une a une longueur de 2 à 3 kilomètres. Aux points où le versant de la montagne se partage en plusieurs arêtes saillantes, le champ de névé se décompose en plusieurs courants de glace tombant en cascades à une profondeur de 1,000 mètres. La pente des cascades est énorme. Les amas de glace se reforment à leurs pieds en glaciers dont l'inclinaison devient plus douce, et qui alimentent les sources des rivières Nisqually, Cowlitz et White, non sans recevoir les eaux de petits glaciers secondaires ou latéraux, dont quelques-uns rejoignent et s'unissent aux glaciers principaux.

Le glacier du Nisqually, le moins large des t principaux, se fait remarquer par l'irrégularit gements soudains et fréquents de son cours, dont générale oscille entre le sud et le sud-ouest. La p affluents lui viennent du promontoire à l'est du pr met. Sa pente, en aval des cascades, demeure ass Sa surface, vue d'une hauteur considérable, mon traces de bandes sales. Son extrémité inférie de nombreuses crevasses, tant dans le sens de la dans celui de la longueur, sous l'influence de la rés masse de syénite qui perce à travers les couches dans lesquelles est creusé le lit du glacier. On p 150 mètres l'élévation de la pente terminale i du courant de glace. Quant aux parois de lave en passe le glacier, elles dominent sa surface, sur le par des escarpements souvent très-raides, de 30 tres de hauteur et même plus.

Dans sa direction moyenne, le glacier du Cowl près parallèle à celui du Nisqually. Toutefois, décrites par le Cowlitz sont moins prononcées; que les cascades, au pied desquelles les deux glac ment pour prendre un cours plus régulier, sont s parées par un roc noir, formé de couches de laves e large de 300 mètres, la langue terminale du s est à 5 kilomètres de distance transversale de l' premier. D'énormes glaçons, pareils à des stalac 30 mètres de longueur, sont suspendus à la paroi de l'escarpement. La pente du glacier, moins é de son voisin, présente de nouvelles cascades, m est vrai, que les premières, dans la partie infér cours. Le courant de glace pénètre d'ailleurs e Les rochers de ses deux rives sont couronnés p montagnes (*Picea nobilis*), et une autre espèce d *Pinus flexilis*, monte au moins à 600 mètres au-d titude de la langue terminale du glacier. La direc de celui-ci va du nord au sud; mais l'extrémité l'est, probablement déviée par une roche de fo ancienne, plus résistante que la lave. Par suite d tion, les crevasses longitudinales dominent, en les crevasses transversales. Une énorme morai formée sur la rive occidentale, et s'élève à près e au-dessus de la surface. Cette moraine réunit l

des moraines terminales et latérales. Elle s'unit, tout près de son bord inférieur, avec la principale moraine médiane, laquelle est composée de débris d'une lave poreuse qui ne se trouve que dans le haut de la montagne, dans le voisinage du cratère. A en juger par la position de cette moraine médiane, la moitié au moins du glacier paraît provenir du promontoire oriental du mont Rainier.

Ce promontoire sépare le bassin du Cowlitz du glacier du White-River, et il a la forme d'un triangle dont le sommet forme une aiguille gigantesque. La stratification de l'aiguille rocheuse, élevée maintenant de 1,000 mètres au-dessus des glaciers qui l'entourent à sa base, montre que ce piton déchiqueté faisait autrefois partie d'une arête beaucoup plus étendue. Son escarpement est tel, que ni la neige ni la glace ne restent attachées à ses flancs. Sur les pentes du promontoire exposées à l'est, on remarque, entre les grands glaciers, de petites coulées de glace, d'une longueur moindre que leur largeur, se dressant, avec des parois verticales, au-dessus de l'amphithéâtre de rochers où les petits affluents du Cowlitz prennent leurs sources. Quand on le considère d'en bas, cet amphithéâtre apparaît comme un mur en hémicycle, composé de rochers à nu, de 600 mètres de hauteur, couronnés par une corniche de glace de 150 mètres de puissance, d'où des courants d'eau tombent en cascades argentées sur les gazons verdoyants de la base.

Une chaîne de pitons déchiquetés réunit ce sommet à la masse principale des monts Cascades, à l'orient; elle forme la ligne de séparation des eaux entre les deux bassins du White-River et du Cowlitz. Du haut du bief de séparation, on aperçoit six glaciers dans la direction du nord, allant du côté du White-River. Les quatre premiers de ces glaciers viennent du promontoire triangulaire décrit plus haut, et sont relativement peu considérables. Deux d'entre eux, remarquables par leur structure veinée, proviennent d'un bassin à forme plus ou moins elliptique. Les veines, vues d'un point élevé, figurent des lignes concentriques, à peu près parallèles aux bords du bassin. Leur direction reste perpendiculaire à celle de la pression. Le principal glacier du White-River, le plus grandiose de tous, descend du bord du cratère du Rainier droit au nord-est, et s'avance plus dans le bas de la vallée que les autres. Sa plus grande largeur, sur les pentes rapides de la montagne, doit mesurer de 6 à 8 kilomètres; mais il se rétrécit progres-

sivement, de manière à ne pas dépasser 2 kilomèt
trémité. Quant à sa longueur, elle est de 16 ki
moins, soit la moitié de celle du glacier d'Aletsch,
sidérable des Alpes.

Selon M. Emmons, le grand glacier du White
profondément entamé les couches de laves sur le
ment, mais il faut penser que cette force d'érosion
coup exagérée, en l'évaluant à une profondeur d
glais ou 1600 mètres environ. A en juger par nos pr
vations dans les Alpes européennes et dans les Vo
d'érosion des glaciers est beaucoup moins active
cours d'eau. Les glaciers exercent sur leur fond u
purement superficiel, et ne l'entament pas com
d'eau et les agents atmosphériques. Ils frottent et
parois de leurs bassins; ils remplissent et s'écoul
des vallées préexistantes, mais ils n'ont pas creus
n'ont du moins contribué à son creusement que d
portion minime. Les mamelons rocheux très-escar
polis à leur sommet et sur leurs flancs, qui s'é
hauteur de 50 à 100 mètres au milieu de la vallé
en Alsace, n'existeraient pas si le grand glacie
vallée présente tant de vestiges incontestables, si
par M. Édouard Collomb, avait réellement creusé
leurs, les *fjörds* du Groënland, dont plusieurs gé
nents ont voulu attribuer le creusement à des glac
non plus, d'après les judicieuses observations d
Payer et des membres de l'expédition scientifique
ces parages de 1869 à 1870, que d'immenses fi
glaciers actuels ont trouvé, lors de leur formatio
creusé.

Deux moraines médianes principales se trouvent
du glacier du White-River, où elles forment des
combres de 20 à 30 mètres d'élévation. L'origin
raines se trouve dans les rochers qui émergent,
taches noires, au-dessus des névés du versant escar
supérieure. Entre ces rochers, il y a de grandes
à leur pied, de larges crevasses transversales. L'
par la fusion forme de gros ruisseaux dans la part
du glacier, dont la surface est moins tourmentée
crevasse se présente, les ruisseaux y creusent des
laires où ils s'engouffrent en chutes bruyantes.
pierres jetées au fond de ces puits ne rendent pas

profondeur doit être fort grande. Non loin des escarpements de la région moyenne, le glacier se partage en deux branches, dont l'une, dirigée vers le nord, alimente une rivière importante qui rejoint de nouveau le courant principal à 25 ou 30 kilomètres plus bas. Sur le dos du monticule qui sépare les deux branches du grand glacier, un petit glacier secondaire occupe une sorte de bassin, mais il n'atteint aucune des branches du courant principal. M. Emmons aperçut encore, du haut des cimes du mont Rainier, plusieurs autres glaciers dans la direction de l'occident, mais dont la masse principale était cachée par les arêtes et les sommités intermédiaires. En somme, les environs de ce massif présentent au moins dix grands glaciers dont l'étude détaillée offrirait beaucoup d'intérêt.

Chargé de l'exploration des volcans maintenant éteints du mont Hood, M. Arnold Hague a également découvert des glaciers sur le versant méridional de ce massif. La partie supérieure du mont Hood présente, du côté de l'est, du nord, du nord-ouest, une paroi escarpée, déchiquetée, qui forme le bord extérieur d'un ancien cratère, qu'elle entourait d'ailleurs sur les trois cinquièmes de sa circonférence ; sur les deux autres cinquièmes, la paroi a disparu, et la montagne s'abaisse de ce côté en pente douce vers les parties boisées. Le diamètre du cratère, de l'est à l'ouest, mesure 800 mètres. A l'intérieur, la paroi s'élève à 140 mètres environ au-dessus de la neige et de la glace qui remplissent le bassin, tandis qu'à l'extérieur, elle s'abaisse brusquement de 600 mètres. Le bord du cratère est fort étroit, son arête ne dépassant pas deux pieds sur nombre de points. Plusieurs glaciers, alimentant les rivières Blanche, Sandy et Little-Sandy, ont leur point de départ dans la bouche de l'ancien volcan. Le glacier de la rivière Blanche (*White-River*), — qu'il ne faut pas confondre avec le cours d'eau du même nom qui sort du mont Rainier, — vient du côté est du cratère pour descendre vers le sud-est. Il a 3 kilomètres de long sur 400 mètres de large à son origine, et descend à 150 mètres plus bas que la limite supérieure des forêts. Une large crevasse transversale coupe tout le glacier, tout près du bord du cratère, montrant des couches de neige fraîche en surplomb au-dessus des parois béantes de la glace. M. Hague n'a pu franchir cette crevasse que sur un seul point, au moyen d'un pont de neige. Dans la partie inférieure, il y a également beaucoup de crevasses ; l'une d'elles indique une profondeur de 60 mètres. Les moraines latérales

et terminales sont fort étendues. Il y a aussi
tiques et des stries glaciaires bien caractérisées

Une arête nue, élevée, se dressant fièremet
la glace et partageant le cratère en deux, sépar
White-River de celui du Sandy. Le bassin d'a
ce dernier est plus étendu que celui du premie
rant qui en sort ne dépasse pas en longueur
River. L'eau de la rivière est fortement chargée
tique, fin, de nuance grise, provenant des dél
par le glacier. Un trachyte poreux, très-friable
entame facilement, lui sert de lit. Des bancs
étendus, accumulés à l'embouchure de la rivièr
reçoit le Sandy-River, proviennent en majeure
dernière. Le Little-Sandy se réunit au Sandy-Ri
kilomètres de sa sortie du troisième glacier, qui
sant occidental, et se trouve séparé de celui d
une crête trachytique. La partie supérieure du g
Sandy est fortement inclinée, par conséquent
larges et profondes crevasses. Le courant de gla
une gorge étroite et profonde. Quant à l'ancienn
glaciers du mont Hood, elle est nettement m
bassins des vallées formées dans les coulées d
tiques de l'ancien volcan. Tout le réseau des
anciennes se rattachait à deux courants princip
paient les bassins des rivières Hood et Sandy.

En somme, l'exploration des volcans éteints
de l'ouest par les géologues américains, en fa
la topographie et la géologie de cette intéressa
amené la découverte de plusieurs groupes de
étendus, avec des preuves certaines d'un dével
rieur beaucoup plus considérable, au milieu
qui s'étendent au nord de la Sierra Nevada de
Sans aucun doute, l'étude attentive des mas
Baker, Adams, Sant-Helens, donnera des résultats
portants que celle des groupes de Hood, de Shas

Une seconde note de M. Grad, *Sur les petits
raires des Vosges*, est renvoyée à l'examen de l
du *Bulletin* (1).

(1) Cette note a paru dans les *Comptes rendus d
Sciences*, séance du 7 août 1871, t. LXXIII, p. 390.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Ch. Martins.

Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura Neuchâtelois, par M. Ch. Martins.

Lorsque je vis pour la première fois, en 1859, la végétation de la grande tourbière qui occupe le fond de la vallée des Ponts, à 1000 mètres au-dessus de la mer, dans le Jura Neuchâtelois, je crus avoir de nouveau sous les yeux l'aspect des paysages de la Laponie, que j'avais visitée vingt ans auparavant. Non-seulement les espèces, mais les variétés mêmes étaient identiques à celles du Nord. Plusieurs séjours successifs dans le chalet hospitalier de mon ami le professeur Desor, à Combe-Varin, situé près de l'extrémité méridionale de la tourbière, me permirent de confirmer ce premier aperçu, que je complétai en étudiant les tourbières de Noiraigues dans le Val Travers, et de la Brévine dans la vallée du même nom. La première est élevée de 720, la seconde de 1030 mètres au-dessus de la Méditerranée. Comme terme de comparaison, je visitai ensuite les tourbières des environs de Gaiss, dans le canton d'Appenzell, élevées également de 900 à 1000 mètres au-dessus de la mer, et dernièrement les fonds tourbeux de la montagne de Sautmail, dans les Cévennes, dont les altitudes varient de 950 à 675 mètres, qui est celle du village de la Salvetat, sur les limites des départements du Tarn et de l'Hérault. Ces études me permirent de constater la parfaite exactitude de tous les faits et de tous les résultats contenus dans l'ouvrage publié en 1844, sur *les Marais tourbeux*, par M. Léo Lesquereux. Je n'aurais même pas pris la plume si l'auteur s'était mis au point de vue de l'origine géologique et phytologique de ces tourbières. Mais, à l'époque où il écrivait, ces questions n'étaient pas encore à l'ordre du jour, et il eût été fort en avant de son temps s'il les avait même pressenties. Je m'attacherai donc à ce point de vue, renvoyant pour tout le reste à l'ouvrage que je viens de citer.

Origine glaciaire des tourbières.

Un sol imperméable que les eaux pluviales ne puissent traverser, telle est la condition première de la formation d'une tourbière. La configuration du sol ne joue qu'un rôle secon-

daire. Ainsi, on observe des tourbières sur des
ceux des bords de la Somme, de l'Ems, du
Schleswig-Holstein et de la Hollande, comme
des Vosges, du Jura et des montagnes de l'Écos
même, elles s'établissent dans les légères dépres
très-inclinées. Si le sol est imperméable, si l'é
eaux n'est pas facile, la tourbière se forme. U
dition, c'est que les pluies ne soient pas trop ra
tuellement humide, la chaleur des étés modé
Europe, les tourbières s'étendent-elles du Spitz
Pyrénées et la haute Italie, mais ne dépassent
vers le sud; cependant même le climat du pie
des Pyrénées est encore assez humide, assez pl
tempéré pour favoriser l'établissement de tou
tables; mon ami M. Émilien Frossard m'apprend
une sur le plateau d'Ossun, près de Lourdes, u
plateau de Lannemezan, non loin de Labarthe d
dissement de Bagnères; toutes deux fournisse
tible aux environs.

Les vallées longitudinales, en forme de berce
du Jura, se prêtent singulièrement à l'établisse
bières : en effet, presque toutes se terminent c
Ponts, par deux cols qui, étant plus élevés q
vallée, s'opposent à l'écoulement des eaux. Su
gitudinaux où les assises relevées en forme d
rompues, ces eaux s'échappent entre les co
disloquées, et forment ces cavités coniques régu
dans le pays sous le nom d'*emposieux* (2). Ces ca
logues aux *chasmata* des Grecs anciens, *catav*
dernes, *bétoires* de la Normandie, *schlotten* en Th
holes en Angleterre, *dolines* ou *jamen* sur le pla
entre Trieste et Adelsberg, en Carniole. Les eau
forment les sources abondantes des vallées inféri
celle de Noiraigues dans le Val Travers, celle de
de l'Orbe dans le Jura vaudois, du Muehlbach p
de la Birse, etc. Néanmoins le fond de la vallée
humide, une partie des eaux pluviales ne s'éc

(1) Voir Grisebach, *Ueber die Bildung des Torfs in den*
tinger Studien, 1845).

(2) Voir sur les emposieux de la vallée des Ponts, *Mag*
1865, p. 236.

s'étend en nappe souterraine au-dessous du banc de tourbe, et alimente la végétation des *Sphagnum* et des autres végétaux qui entrent dans la composition de ce terrain.

Où est l'obstacle qui s'oppose à l'infiltration de ces eaux à travers les fissures des couches calcaires formant le *thalweg* de la vallée des Ponts? Cet obstacle, c'est une couche d'argile siliceuse qui, semblable à un enduit imperméable, recouvre toute la partie horizontale occupée par la tourbière. D'où provient cette couche d'argile siliceuse? elle ne saurait être due à la décomposition des roches qui sont toutes calcaires; c'est un produit de la trituration de roches feldspathiques, alumineuses et siliceuses, de roches dites primitives : c'est de la *boue glaciaire*. A l'époque de la grande extension des glaciers alpins, tout le Jura fut envahi par eux. Il était compris dans le domaine du glacier du Rhône : malgré une exploitation trop active, les blocs erratiques qu'il y a déposés sont encore innombrables. La plupart appartiennent aux roches anciennes, protogines, gneiss, schistes métamorphiques, poudingues à cailloux quartzeux, etc.; ces blocs sont épars sur le crêt de Travers qui borne au sud la vallée des Ponts. Dans celle de Travers même, ils forment la puissante moraine de Noiraigues, dont les blocs ont été utilisés, en majeure partie, pour la construction de têtes de tunnels du chemin de fer, de clochers d'églises, d'escaliers et de montants de portes et de cheminées. Cette moraine est précisément en aval de la tourbière de Noiraigues, et les blocs se retrouvent dans tout le Val Travers jusqu'au Chasseron. Les tourbières jurassiques ont donc une origine glaciaire, même lorsqu'elles ne sont pas barrées par une moraine qui, s'opposant à l'écoulement des eaux, détermine la formation de lacs, de marais ou de tourbières, comme on en connaît tant d'exemples dans les Alpes, le Jura, les Vosges, les Pyrénées et même dans les montagnes de la Lozère (1).

Les tourbières des environs de Gaiss, dans le canton d'Appenzell, sont une confirmation de ce qui se voit dans le Jura. La roche dominante est la *nagelflue polygénique*, poudingue molassique composé d'éléments variés, mais où dominent les cailloux calcaires impressionnés. Si l'on parcourt la tourbière qui longe la route de Gaiss à Appenzell, on remarque qu'elle est coupée par plusieurs ruisseaux qui se jettent dans le Rothbach.

---

(1) Voir une note sur l'ancien glacier de la vallée de Palhères. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 9 nov. 1868.)

Ces ruisseaux sont creusés dans une argile grise t' ès-p et très-pure. Cette argile, qui fait à peine effervescence acides, recouvre sur plusieurs points le véritable ter ciaire formé de cailloux anguleux. La plupart ne sont caires, non plus que les blocs erratiques gisant à la su sol : ce sont des cailloux et des blocs apportés par glacier du Rhin qui les a déversés dans les environs d par-dessus le col d'*Am Stoss*, où ils deviennent fort no et reposent sur une moraine, dont la tranchée de la ro conduit à Alstaetten, permet d'apprécier la puissance. l horizontale du col est elle-même occupée par une pet bière exploitée, à fond également argileux. Mais ce encore plus démonstratif, ce sont de petits îlots mar qu'on observe sur les pentes de toutes les montagnes v ils correspondent à de légères dépressions du sol, e reconnaît de loin à leur végétation qui est tout à fait d de celle des prairies au milieu desquelles ils sont e Tandis que les pâturages, d'un vert admirable, se co uniquement de plantes fourragères, ces îlots se distin loin par une teinte jaune, due à la présence du *Cirisum* qui domine les cyperacées et les joncs, témoins comm l'existence d'un sol humide et spongieux. Aussi, tandi pâturages servent à la dépaissance des vaches laitières, sont fauchés, et les herbes employées uniquemen litière dans les étables. Le mode de formation de ce le même que celui des tourbières. La boue argileuse d glacier s'étant déposée dans les moindres dépressi rain et arrêtant l'écoulement des eaux, le sol re devient spongieux, et la végétation du pâturage es par celle des marais et des tourbières. Un drainag suffit pour faire disparaître la végétation aquatiqu bientôt par celle des plantes sociales du pâturage

La formation des tourbières alpines ou jura tache donc à l'époque glaciaire. Supprimez les m barrage dans un grand nombre d'entre elles, sup glaciaire qui rend le terrain imperméable, et ' se formera pas (1). Les moraines et la boue

(1) Dans les montagnes jurassiques les terrains son perméables, comme le prouvent les grandes sources ractérisent toutes ces chaînes. Les Cévennes calcaires midi de la France ne font pas exception à cette règle.

même un grand rôle dans la formation des tourbières qui se trouvent en dehors des chaînes de montagnes, mais dans le domaine des anciens glaciers qui jadis sortaient des vallées pour s'épanouir dans les plaines. Telles sont toutes celles du versant septentrional et du versant méridional des Alpes : en Piémont, les grandes tourbières de San Martino et San Giovanni près d'Ivrée, d'Avigliana sur la route de Suze à Turin (1), de Mercurago et d'Angera, près d'Arona, sur le lac Majeur. Dans les environs de Novare, beaucoup de marais tourbeux ont été transformés en rizières. En Lombardie, des tourbières existent aux environs de Côme, de Varese, de Colico et de Commabio. Toutes ces tourbières sont dans le domaine de l'ancienne extension des glaciers alpins, et la boue glaciaire, en rendant le sol imperméable, a autant contribué à leur formation, que l'obstacle mécanique apporté par la digue morainique à la circulation des eaux courantes. Mon ami et ancien collaborateur,

---

à Vaucluse, le Groseau près de Malaucène, au pied du Ventoux, la Vis au-dessus de Ganges, le Lez près de Montpellier, les fontaines de Nîmes, de Sauve, du Vigan dans le Gard, de Sassenage près de Grenoble. Ces sources sont tout à fait analogues à celles de Noiraigues, de la Birse, de l'Orbe, de l'Areuse, du Muehlbach, qui surgissent à un niveau fort inférieur aux vallées jurassiques, souvent tourbeuses, où les eaux pluviales s'accumulent et se conservent [1]. Seulement, dans les Cévennes et les autres montagnes calcaires du midi de la France, ce sont des plateaux appelés *causses*, et non des vallées qui reçoivent et tamisent les eaux pluviales. Ces observations s'appliquent également au plateau de Karst, entre Trieste et Adelsberg, en Carniole. Ce plateau est, à proprement parler, percillé d'emposieux ou *dolines* coniques, de toutes les dimensions, depuis 2 mètres jusqu'à 500 mètres de diamètre; elles absorbent toutes les eaux qui tombent sur le plateau. Une de ces dolines est la source de la Reka, près de Nobitsch. Le cours de cette rivière est entièrement souterrain, elle se jette dans la mer à Miramar, près de Trieste, et une machine à vapeur puise l'eau douce au milieu de l'eau salée. Mais le plus bel exemple d'hydrographie souterraine en Carniole est celui de la rivière Poik, qui entre à Adelsberg dans la grotte du même nom, et va ressortir à 40 kilomètres plus loin, sous le nom de Laybach, qui est celui de la ville la plus rapprochée. Je me résume et je conclus que, si les tourbières contribuent quelquefois à l'alimentation des sources vauclusiennes, celles-ci surgissent souvent aussi au pied de montagnes et de plateaux calcaires, sur lesquels on ne voit pas la moindre trace de dépôts tourbeux.

(1) Voir Ch. Martins et B. Gastaldi, *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô*, in-4°, p. 5 et 19.

[1] Voir sur ce sujet, E. Desor; La source du Jura. (*Revue Suisse*, 1858.)

le professeur B. Gastaldi, de Turin, distingue m tourbières de premier ordre, situées dans la plaine la moraine, et des tourbières de second ordre, plac dépressions de la moraine elle-même. Les mêmes fa sentent dans le nord de la Suisse, dont les mar sont compris dans le domaine de l'ancien glacier

D'après les observations de MM. Chantre et Fal marais, toutes les tourbières, tous les petits lacs et des environs de Belley (Ain), doivent leur origi glaciaire de la moraine profonde de l'ancien glaci Le sol sous-jacent est formé des terrains les plus la moraine terminale de ce grand glacier forme la Dombe ou de la Bresse à étangs; au delà de cette voit plus de boue glaciaire : les étangs, les tourl raissent avec elle, quoique le sol géologique soi même.

Je n'oserais encore affirmer qu'à l'époque glaci vennes granitiques du département de l'Hérault, teurs ne dépassent pas 1100 mètres au-dessus de eu des glaciers permanents; et cependant je me su les nombreux fonds tourbeux de la montagne de S l'Espinouse, compris entre 600 à 900 mètres, son une couche d'argile aussi imperméable aux eaux glaciaire. La puissance de la tourbe n'atteint pas u n'est pas exploitée comme combustible, mais seule plaques gazonnées pour recouvrir les étables. L jacente est un gneiss feuilleté, se réduisant faciler fin. Cette argile de tourbières est-elle due à la d de ce sable que les cours d'eau entraînent const les parties les plus déclives, ou bien est-elle au glaciaire? c'est ce que je ne saurais affirmer en ce réservant de faire connaître les tourbières cévenn qu'ici, n'ont point encore attiré l'attention des celle des botanistes.

J'ai été très-heureux de constater que mes opin et l'origine des tourbières jurassiques étaient to blables à celles que M. Belgrand a émises sur l'âg de celles de la Seine (2). La botanique confirme

(1) B. Gastaldi : *Nuovi cenni sugli oggetti di alta antich torbiere et nelle marniere dell Italia*, p. 77.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXVI, p. 879.

cet égard, les inductions tirées de la géologie. Ainsi, je démontre dans un autre mémoire, inséré parmi ceux de l'*Académie des Sciences de Montpellier* pour 1871, que sur 179 plantes observées par MM. Lesquereux, Godet et moi, dans les tourbières du Jura neuchâtelois, il y en a 73 qui appartiennent encore actuellement à la flore arctique, et vivent, par conséquent, *en pleine période glaciaire*. Les 106 qui restent, une seule, la *Swertia perennis*, exceptée, sont *toutes* des plantes scandinaves, et presque toutes s'avancent jusqu'au nord de la Péninsule. La végétation date donc, comme la tourbière elle-même, de l'époque glaciaire, et l'identité de la flore de toutes les tourbières européennes, constatée depuis longtemps par les botanistes, n'est qu'une conséquence de leur identité d'origine.

M. de Billy fait observer que la théorie de M. Martins ne peut s'appliquer aux tourbières des Vosges.

M. Hébert communique le mémoire suivant :

Le Néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes), par M. Hébert.

Dans un travail publié en 1867 (1), j'ai exposé les raisons pour lesquelles je comprenais, sous la désignation d'*étage néocomien*, l'ensemble des assises dont la limite supérieure est le gault, et la limite inférieure l'étage wealdien, ou, à son défaut, le terrain jurassique.

C'est sans doute un étage bien vaste, et dont l'ampleur est hors de proportion avec l'étendue verticale des étages jurassiques, sauf peut-être le lias tel que je le comprends. On pourrait donc, avec quelque raison, songer à élever un pareil groupe au rang de *terrain*. A mon avis, cela ne se peut pas, à cause du gault qui lie les couches néocomiennes supérieures aux couches inférieures de la craie beaucoup plus que le terrain tertiaire n'est lié au terrain crétacé, ou celui-ci au terrain jurassique, ou même le terrain jurassique au trias.

Je divise le grand étage néocomien en trois groupes que je considère, en raison de leur importance, comme des *sous-étages*.

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXIV, p. 323.

Le sous-étage inférieur, le seul dont je m'occup travail, comprendra l'ensemble des couches plus anci les calcaires à Réquienies (*R. ammonia* et *R. Lonsda* à-dire plus anciennes que l'étage *urgonien* de d'Orbig

Je ne reviendrai pas sur les raisons qui me font ado classification, je les ai suffisamment exposées dans mo sur le *terrain crétacé des Pyrénées* cité ci-dessus; ma maintenant justifier, par des observations détaillée que j'ai annoncés dans ce mémoire (p. 376) de l'int des *calcaires à spatangues* au milieu des couches à céph En même temps j'essaierai de donner une idée un peu plète de la constitution du néocomien inférieur tout montrant, plus en détail que je ne l'ai fait jusqu'ici, q au-dessous des marnes à petites ammonites ferrugineu dérées, avant mes observations de 1866, comme la ba comien, une série puissante de calcaires dont la faune néocomienne. Jusqu'alors ces calcaires avaient été comme jurassiques et oxfordiens.

Bien des faits, que j'aurai ainsi à exposer, sont cer déjà à la connaissance d'un grand nombre de géolo ces riches gisements reçoivent annuellement la visit me pardonnera, je l'espère, de revenir avec détail sc nées qu'on a semblé oublier, puisqu'on est allé jusq en doute que ces couches à céphalopodes du midi d dussent faire partie de l'étage néocomien, tel qu'il a par les géologues suisses.

La constitution géologique d'une partie des régic vais m'occuper est connue dans ses éléments princip à M. Lory. Dans la belle description du Dauphiné, c le néocomien inférieur présente deux types.

Au nord de Grenoble et en Savoie, est un ensemb caires que M. Lory divise en quatre parties, mais dc siles principaux varient peu; car *Ostrea Couloni*, De *atava*, d'Orb., *Pholadomya elongata*, Münst., *Terebr longa*, Sow., *T. tamarindus*, Sow., se rencontren couches les plus basses (assise n° 1, *calcaire de F* l'on sait que ce sont là des fossiles caractéristique *caires à spatangues.*

Le *Pygurus rostratus* se trouve dans la deuxième ass vant la série ascendante, avec une partie des fossiles p qui reparaissent encore dans la troisième, où abonde *complanatus* (*Echinospatagus cordiformis*). Dans cette

assise se rencontrent aussi *Belemnites pistilliformis*, *Ammonites cryptoceras*, etc. Il est à remarquer que cette troisième assise est souvent marneuse et glauconieuse.

Enfin l'assise supérieure, ou la quatrième, est le calcaire jaune de Neuchâtel.

Tel est le type septentrional; c'est celui qu'on retrouve, d'après M. Lory, dans tout le Jura; aussi lui donne-t-il le nom de *type jurassien*.

Partout où on peut voir la roche sous-jacente dans le Dauphiné ou même en Savoie, on reconnaît, dit M. Lory (p. 292), que ces couches néocomiennes reposent sur le calcaire de l'Échaillon ou sur le coral-rag.

En allant au sud, la constitution change. Aux environs de Grenoble, l'assise n° 1 du *type jurassien*, que M. Lory désigne sous le nom de *calcaire de Fontanil*, et qu'il considère comme le représentant dans le Dauphiné de l'*étage valanginien* des géologues suisses, n'est plus le commencement de la série néocomienne.

Dès 1857, M. Lory (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XV, p. 32) montrait qu'au-dessous de ce calcaire se développe une assise de marnes avec *Belemnites latus*, Bl.; *Ammonites semisulcatus*, d'Orb.; *A. Tethys*, d'Orb.; *A. neocomiensis*, d'Orb., etc. Ces marnes reposent sur des calcaires argileux à ciment hydraulique, d'une puissance variable, qui auraient jusqu'à 500 mètres à Lemenc, près de Chambéry, et dont la faune a été étudiée par M. Pictet (1). Cette faune, où l'on rencontre l'*A. subfimbriatus*, d'Orb., et l'*A. Astierianus*, d'Orb., est reconnue aujourd'hui par tous comme franchement néocomienne.

M. Pictet a constaté que la faune du *calcaire à ciment* de Grenoble et de Chambéry était la même que celle des calcaires néocomiens inférieurs aux marnes à bélemnites plates, de Berrias, calcaires placés depuis longtemps (2), pour l'Ardèche et le Gard, à leur véritable niveau géologique par M. Émilien Dumas.

Les calcaires à ciment reposent sur des calcaires lithographiques, plus développés à Aizy, et aussi plus riches en fossiles. La base de ces calcaires consiste en un gros banc compacte, où se trouve, avec une certaine abondance, la *Terebratula janitor*, Pictet, désignée autrefois par tous les auteurs sous le nom de *Ter. diphya*.

(1) *Étude provisoire des fossiles de la porte de France*, etc. Genève, 1868.
(2) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. III, p. 630 et 653, 1846.

La faune de cette nouvelle assise a, avec la préc
certain nombre d'espèces communes. M. Pictet y
sans hésitation, en effet, les espèces suivantes :

Ammonites Calisto, d'Orb.,
— *Privasensis*, Pictet,
— *Calypso*, d'Orb.,
Belemnites latus, Bl.,
— *minaret*, Raspail.

qui se rencontrent, soit dans les marnes à ciment de
ou de Lemenc, soit à Berrias, dans les calcaires n
à *Terebratula diphyoïdes*.

A ces espèces, reconnues néocomiennes, j'ajoute
vantes, sur lesquelles on est moins d'accord, mais
men sera fait ultérieurement :

1° *A. Staszycii*, Zejszner, très-voisine de l'*A. Gra*
qui se trouve, avec cette dernière, dans les marnes n
nes à ammonites ferrugineuses ;

2° *A. ptychoicus*, Qu., qui, pour moi, est ident
l'*A. semisulcatus*, d'Orb., et à laquelle on a attribué
tères distinctifs qui ne sont nullement constants ;

3° *A. Liebigi*, Oppel, qui se rencontre aussi dans le
à spatangues du midi de la France.

La présence d'espèces néocomiennes aussi nombr
les assises lithographiques d'Aizy et dans les couch
centes, caractérisées les unes et les autres par la *Terebra*
Pictet, et l'absence de toute espèce *bien positivement*
donne un caractère de très-grande probabilité à l'c
je soutiens depuis plus de cinq ans (1), que cette
être également rapportée au grand étage néocomie

Cette probabilité augmente encore quand on étu
gisement de Stramberg, en Moravie, dont les cé
ont été décrits par M. Zittel.

Tout le monde s'accorde pour placer Stramberg
rizon des calcaires à *Terebratula janitor* du Dauphi
montré que Stramberg renferme déjà dix-sept espè
miennes (2). L'identité entre Stramberg et les calca

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXIII, p. 521, 23 avril 1866.
(2) *Bull.*, 2e série, t. XXVI, p. 588, 1869.

bratula janitor de France est remarquable, car voici les espèces communes aux deux contrées :

Aptychus punctatus, Voltz,
Ammonites ptychoicus, Qu.,
— *Silesiacus*, Opp.,
— *Liebigi*, Opp.,
— *elimatus*, Opp.,
— *Calisto*, d'Orb.,
— *transitorius*, Opp.,
— *Moravicus*, Opp.,
— *senex*, Opp.

Sauf trois ou quatre espèces, c'est la presque totalité des céphalopodes connus à ce niveau en France.

Cela posé, il en résulte que notre assise néocomienne inférieure, que nous désignons sous le nom de *zone à Ter. janitor*, se trouve caractérisée par une faune très-riche, que nous font en partie connaître les mémoires de M. Zittel sur Stramberg, et de M. Pictet sur les environs de Grenoble et de Chambéry.

La deuxième assise sera le *calcaire-ciment*, dont la faune est connue par le travail de M. Pictet sur Berrias, et qu'on peut provisoirement désigner sous le nom de *zone de Berrias*. Elle a fourni à M. Pictet cinquante-six espèces.

Ces deux assises ont une partie de leurs faunes commune, surtout quand on les compare sur des points éloignés. Ce qui les distingue, c'est, pour la première, la présence de la *Terebratula janitor*, et, pour la seconde, d'après M. Pictet, celle de la *Terebratula diphyoïdes* que l'on retrouve beaucoup plus haut, aussi bien qu'un certain nombre d'espèces, vingt et une, communes avec les marnes à petites ammonites qui recouvrent le *calcaire-ciment*.

Les *Ammonites Berriacensis*, Pict.; *A. Euthymi*, Pict.; *A. Malbosi*, Pict.; *A. Boissieri*, Pict.; *A. occitanicus*, Pict.; *A. rarefurcatus*, Pict., sont jusqu'ici caractéristiques de cette deuxième zone, que M. Pictet désigne sous le nom de *zone à Ter. diphyoïdes*, qui y serait très-abondante.

La troisième assise, celle des marnes à petites ammonites ferrugineuses, est bien connue. M. Lory ne cite que *Belemnites latus*, et *Ammonites semisulcatus*, *A. Tethys*, *A. neocomiensis*, etc., rares et mal conservées.

La quatrième assise, est le *calcaire de Fontanil*, base du *type jurassien ;* elle repose sur la précédente ; elle est recouverte par les calcaires à *Pygurus rostratus* (2e assise du type

jurassien), que nous considérerons, pour simplifi
n'en constituant que la partie supérieure.

La cinquième assise, qui devrait correspondre au
à spatangues, devient plus complexe et se divi
parties :

1° A la partie inférieure, une couche glauco
épaisse, avec *Belemnites binervius*, *B. dilatatus*, *B*
lis, *B. subfusiformis*, d'Orb., *Nautilus pseudo-elegans*,
cryptoceras, *A. Leopoldinus*, *A. Astierianus*, *A. Grasia*
certus, *A. ligatus*, *A. cassida*, *A. difficilis*, *A. radiatus*
lannensis, *Aptychus Didayi*,

2° A la partie moyenne, calcaires marneux à *C*
valii, *Ammonites Rouyanus*, et plusieurs des espèces
tes, et aussi des gastéropodes et bivalves des calc
tangues ;

3° A la partie supérieure, les *marnes à spatangue*
ter complanatus ou *Echinospatagus cordiformis*, n'a
tré qu'à ce niveau dans le Dauphiné ; il y est acco
sa faune habituelle, et aussi de quelques ammonite
précédente.

Le calcaire de Neuchâtel manque, et les marne
gues sont immédiatement recouvertes par les cal
quienia ammonia.

L'épaisseur totale des assises néocomiennes sup
calcaire à ciment est de 500 mètres au moins, et
ayant, d'après M. Pillet, 5 à 600 mètres dans les
Chambéry, on voit quelle énorme puissance attein
mien dans le voisinage des Alpes françaises.

M. Lory fait remarquer qu'en s'éloignant de Gre
la basse Savoie et le Jura, les couches marneuses
céphalopodes, disparaissent progressivement, tan
se développent de plus en plus quand on s'avance
où les calcaires à *faciès jurassien* disparaissent à leu

Grenoble est donc un type mixte, entre le *type*
le type méridional, que M. Lory appelle *type prove*

Ce type provençal, très-développé dans une fou
lités et notamment dans les suivantes : Saint-Julie
chêne, Montclus près Serres, Châtillon-en-Diois, la
lançon, Remuzat, les Pilles près Nyons, où j'ai eu
les étudier, se compose seulement, pour M. Lo
assises : 1° les marnes inférieures à *Bel. latus*, 2°
à Criocères ; mais ceux-ci sont formés à la base

marneux terminés par les marnes à *Bel. dilatatus*, qui se trouvent à la partie inférieure de la cinquième assise du type mixte des environs de Grenoble, de telle sorte que le calcaire de Fontanil s'est transformé en calcaires marneux, où la faune est presque la même que celle des marnes néocomiennes à *Bel. latus*.

C'est au-dessus de ce niveau à *Bel. dilatatus* que se développe la série des calcaires à criocères, caractérisés, surtout à leur partie supérieure, par le *Scaphites Yvanii*, Puzos.

Tel est le résumé des notions que nous donne, sur ce sujet, l'excellente *Description du Dauphiné*.

Je vais actuellement exposer les observations que j'ai faites sur le même terrain, en 1861, dans la Drôme et les Basses-Alpes. Je voulais, avant de les publier, les compléter, et voilà pourquoi j'ai tant tardé; mais telles qu'elles sont, elles pourront peut-être servir à d'autres explorateurs. J'ai d'ailleurs, par mes conseils et mes indications, poussé vers ces études plusieurs de nos jeunes confrères, dont les recherches compléteront les miennes.

Pendant le mois de septembre 1861, j'ai eu le plaisir de voyager dans ces régions en compagnie de mon ami, l'éminent géologue de Berne, M. Studer.

Nous avions visité ensemble bien des gisements néocomiens : Saint-Julien-en-Beauchêne, Châtillon-en-Diois, Crest, où nous attendaient nos confrères, l'abbé Vallet, de Chambéry, si connu aujourd'hui par ses belles découvertes dans l'infralias des Alpes, et l'abbé Soulier, curé de Vesc, qui devait nous guider dans cette région qu'il connaît si bien ; les Pilles près Nyons, Eyrolles près Sahune, Rottier et la Charce près la Motte-Chalançon; et malgré la richesse de nos récoltes, soit dans les couches néocomiennes, soit dans celles des calcaires et argiles oxfordiens, malgré le nombre et le détail infini de nos observations, nous n'avions pu saisir la limite exacte entre l'oxford-clay et le néocomien. Cependant j'avais pu me convaincre, à Châtillon, à Saint-Julien et à Eyrolles, qu'entre les marnes néocomiennes à petites ammonites ferrugineuses et les calcaires compactes à *Ammonites plicatilis* et *A. tortisulcatus* de l'oxford-clay supérieur, il y avait une assise de calcaires marneux, alternant avec des marnes, dépassant quelquefois plus de 100 mètres d'épaisseur, et qui par ses fossiles appartenait incontestablement à l'étage néocomien. Mais ces calcaires néocomiens inférieurs et ceux de l'oxford-clay

supérieur ont une nature minéralogique tellement s
leur stratification est tellement concordante, ils sont
en fossiles, qu'il était extrêmement difficile de dir
saient les uns et où commençaient les autres.

Resté seul, au milieu de cette incertitude, mon bo
compagnon de route se trouvant rappelé chez lui, j
à déterminer ce point de contact si peu apparent.

Coupe de Montclus. — Le village de Montclus, près
à la limite des Hautes-Alpes et de la Drôme, monti
belle coupe des étages oxfordien et néocomien. M.
cette localité. J'ai relevé cette coupe avec l'attent
minutieuse; la voici, en partant du sommet du
domine Montclus à l'ouest, et en allant de haut en

1° Calcaires en lits minces séparés par de très-petits lits d
marnes.....

2° Calcaires et marnes, en lits irréguliers.....

3° Calcaires marneux, en partie feuilletés, avec lits minces
marnes, *Aptychus Seranonis*, Coq., commun à la base, *Belem*
nites subfusiformis, *Crioceras Duvalii*, etc. (2e niveau de bé
lemnites de M. Lory).....

4° Bancs siliceux, gris, homogènes, calcaire pénétré de silic
ou nodules calcaires empâtés dans le silex.....

5° Marnes bleues en couches de 0m.50 en moyenne, alterna
avec des lits minces de calcaire très-marneux, feuilletés, de 0m.
à 0m.25 d'épaisseur. Les calcaires vont en augmentant d'épai
seur vers le haut, sur une dizaine de mètres. Ils renferment alo
l'*Amm. Astierianus*. Cette assise est d'ailleurs peu fossilifère
Epaisseur totale..... 50

6° Marnes bleues avec calcaires marneux subordonnés, *B*
culites neocomiensis, c., *Aptychus Seranonis*, c., ammonites, etc
dans la partie supérieure; petites ammonites ferrugineus
(*A. Astierianus*, *Juilleti*, *Grasianus*, etc.), dans la part
moyenne.....

7° Calcaires très-marneux avec *Ammonites macilentus*, d'Orb
alternant avec des argiles assez épaisses, nombreuses ammonit
ferrugineuses (*A. neocomiensis*, *diphyllus*, *Astierianus*, *Gr*
sianus, *quadrisulcatus*, etc.) à la partie supérieure, et beaucoup
bélemnites (*B. dilatatus*, r., *B. Emerici*, r., *B. bipartitus*,
B. latus, r., *B. binervius*, c., *B. subquadratus*, r., *B. subfu*
formis, c.; ce sont les marnes inférieures ou le premier nive
de bélemnites de M. Lory (1).....

(1) Les abréviations, r., c., a. r., a. c., signifient rare, c
rare, assez commun.

8° Calcaires marneux en bancs réguliers, ayant une tendance à se diviser en boules; fossiles assez rares, disséminés (*Ammonites quadrisulcatus*, *A. neocomiensis*, *A. macilentus*), ordinairement à l'état de moules calcaires..... 56 »

9° Calcaires en bancs réguliers de 0m.30 à 0m.60 d'épaisseur, compactes, à structure lithographique dans l'intérieur, mais marneux sur les surfaces, de teinte bleuâtre et surtout mouchetés de lignes noirâtres, et séparés par des lits d'argile schisteuse de 0m.10 à 0m.50 d'épaisseur. Fossiles assez nombreux, surtout à la base (*A. neocomiensis*, *A. semisulcatus*, var. *ptychoicus*, d'Orb., *A. Roubaudianus*, *A. diphyllus?*, *Crioceras*, *Terebratula janitor*, Pict. (1), mais en mauvais état de conservation. — Petit lit de grès de 0m.05 à 16 ou 18 mètres de la base; écailles de poissons. Épaisseur totale..... 56 »

10° Lit très-mince de marne terreuse jaune orangé..... 0 04

TOTAL..... 303m.04

11° Calcaire compacte, lithographique, en bancs réguliers, sans interposition d'argiles, à surface parfaitement plane, très-semblable aux calcaires néocomiens n° 9, mais sans fossiles, se liant d'ailleurs de la façon la plus intime avec les calcaires qui sont au-dessous, et que, pour cette raison, j'ai dû rattacher à l'Oxford-clay, auquel d'ailleurs ils sont rapportés par M. Lory, qui peut-être leur avait associé une partie des couches néocomiennes que j'en détache (2).

Dans cette coupe, les n°s 6 et 7 représentent les marnes à petites ammonites ferrugineuses, qu'ils renferment en grande quantité, ainsi que les bélemnites et les aptychus. L'épaisseur de cette assise n'a pas moins de 88 mètres. Outre les espèces précédemment citées, j'y ai recueilli *Aptychus Didayi*, Coq., et *A. Mortilleti*, Pict. et Lor. (3).

A 70 mètres au-dessous, le *Belemnites subfusiformis* et l'*Ap-*

(1) La détermination de cette espèce doit être acceptée en toute sécurité. L'échantillon a été communiqué par moi à M. Pictet, avec l'exemplaire cité de Saint-Julien-en-Beauchêne (*Térébratules du groupe de la T. diphya*, p. 164), et tous deux sont étiquetés par le savant paléontologiste comme *Ter. diphoros*, Zejszner, dénomination qui plus tard a fait place à *Ter. janitor*, Pictet.

(2) D'après de nouvelles observations dues à M. Velain, une assez grande épaisseur de ces calcaires n° 11 contiendrait encore *Terebratula janitor*, et la limite devrait être descendue plus bas que je ne l'avais fait en 1861. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

(3) Cette dernière espèce, dont je possède une nombreuse série, ne me paraît être qu'une variété de l'*A. Seranonis*, Coq.

tychus Seranonis reparaissent avec le *Crioceras Duvalii*, et une assise de 112 mètres de calcaires, marneux en haut, compactes et lithographiques en bas, sépare les marnes à petites ammonites ferrugineuses des calcaires oxfordiens. La faune de cette assise inférieure (*A. quadrisulcatus*, *A. neocomiensis*, *A. Roubaudianus*, *A. macilentus*, *A. difficilis*, *Crioceras*), qui se retrouve jusqu'à la base de la série avec la *Ter. janitor* et qui disparaît dans les calcaires oxfordiens, montre qu'il y a là un terme nouveau à ajouter à la série telle que l'a donnée M. Lory.

Comme je l'ai dit plus haut, ce terme inférieur se retrouve à Châtillon, à Saint-Julien et à Eyrolles. Il y est même beaucoup plus riche en fossiles, mais le temps m'a manqué pour en relever la coupe avec autant de détails. Je puis cependant ajouter les renseignements suivants :

Châtillon-en-Diois. — En partant du pont de Châtillon et remontant le ravin, on rencontre successivement de bas en haut :

1° Calcaire très-marneux, avec *Ammonites macilentus*.

2° Calcaire marneux bleuâtre à cassure conchoïdale avec *Ammonites Astierianus*, et bélemnites.

3° Calcaire noduleux avec *Belemnites Orbignyanus*.

4° Calcaires marneux alternant avec des marnes schisteuses noires.

C'est au-dessus de ces couches, dont l'ensemble a certainement au moins 100 mètres de puissance, que viennent, en haut du ravin, les marnes à petites ammonites ferrugineuses. J'y ai recueilli :

Belemnites conicus, Bl., a. c.
— *bipartitus*, Bl., a. r.
— *Orbignyanus*, Duval-Jouve, a. c.
Ammonites radiatus, Brug., r.
— *Astierianus*, d'Orb., c.
— *Grasianus*, d'Orb., c.
— *neocomiensis*, d'Orb., c.
— *Thetys*, d'Orb., c.
— *asperrimus*, d'Orb., a. c.
— *Juilleti*, d'Orb., r.
— *quadrisulcatus*, d'Orb., a. r.
— *semisulcatus*, d'Orb., c.
— *diphyllus*, d'Orb., a. r. (1).

(1) M. Pictet considère *A. diphyllus* et *A. Morelianus* comme un peu

Ammonites Morelianus, d'Orb., c.
— *Roubaudianus*, d'Orb. (1), a. c.
— *Calypso*, d'Orb., a. c.
Baculites neocomiensis, d'Orb., r.

Saint-Julien. — A Saint-Julien-en-Beauchêne, bien que les calcaires inférieurs soient peut-être moins puissants, ils ont cependant une certaine importance. J'ai constaté que le torrent de Saint-Julien est creusé dans ces calcaires et non point dans l'oxford-clay. J'y ai recueilli *en place*, *Ammonites semisulcatus*, d'Orb., var. *ptychoicus*, *A. occitanicus*, Pict., *A. Boissieri*, Pict., *Metaporhinus transversus ?*, et une *Terebratula janitor*, Pictet, que nous avons déjà vue se montrer à Montclus, en bas de la série néocomienne.

Dans les marnes à petites ammonites ferrugineuses, j'ai recueilli les espèces suivantes :

Belemnites conicus, Bl., c.
— *bipartitus*, Bl., r.
— *bicanaliculatus*, Bl., c.
— *latus*, Bl., r.
— *Orbignyanus*, Duval, a. c.
— *subfusiformis*, d'Orb., c.
Ammonites Astierianus, d'Orb., c.
— *Grasianus*, d'Orb., c.
— *neocomiensis*, d'Orb., r.
— *Thetys*, d'Orb., c.
— *asperrimus*, d'Orb., c.
— *Juilleti*, d'Orb., c.
— *quadrisulcatus*, d'Orb., c.
— *semisulcatus*, d'Orb., c.
— *Morelianus*, d'Orb., r.
— *zonarius*, Opp. (2), r.

Coupe d'Eyrolles. — La localité d'Eyrolles, auprès de Sahune (Drôme), offre beaucoup d'intérêt, soit comme coupe, soit comme gisement.

---

douteuses. Ces espèces me paraissent, après en avoir examiné un très-grand nombre d'exemplaires, devoir être conservées.

(1) Celle-ci pourrait bien n'être qu'une variété de l'*A. neocomiensis*.

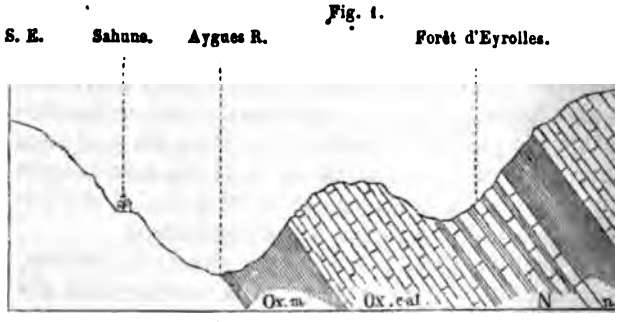
(2) Zittel, *Palæontologische Studien..... Cephalopoden des Stramberger Kalkes*, 1868, p. 88, pl. 15, fig. 4, 5, 6. L'exemplaire que j'ai recueilli à Saint-Julien ne présente aucune différence de caractères avec celui qui a été figuré par M. Zittel.

On ne saurait trop en recommander l'étude.

Voici, en attendant mieux, un diagramme qui po donner une idée générale :

Coupe de Sahune à la forêt d'Eyrolles.

Fig. 1.



Ox. m. Marnes oxfordiennes à *Ammonites Lamberti* moyen).

Ox.cal. Calcaires oxfordiens à *Ammonites plicatilis*, *A.* *catus*, etc. (oxford supérieur).

N. Calcaires marneux néocomiens, épaisseur enviro

n. Marnes néocomiennes à petites ammonites ferrugi avec lits calcaires subordonnés. Ces lits calcaires ren beaucoup de grandes ammonites et pas de petites; réc ment les marnes ne renferment que de petites ammo rugineuses et pas de grandes; l'épaisseur de ce peti de couches n'est que de 3^{m}.

J'y ai recueilli les espèces suivantes :

Belemnites Emerici, Raspail, c.
— *conicus*, Bl., c.
— *bipartitus*, Bl., c.
— *Orbignyanus*, Duval, c.
— *subfusiformis*, c.
Ammonites Astierianus, d'Orb., c.
— *Grasianus*, d'Orb., c.
— *neocomiensis*, d'Orb., c.
— *Thetys*, d'Orb., c.
— *asperrimus*, d'Orb., r.
— *verrucosus*, d'Orb., a. r.
— *Juilleti*, d'Orb., c.
— *quadrisulcatus*, d'Orb., r.
— *semisulcatus*, d'Orb., r.

Ammonites diphyllus, d'Orb., c.
— *Morelianus*, d'Orb., c.
— *Terverii*, d'Orb., a. r.
Baculites neocomiensis, d'Orb., a. c.
Aptychus Seranonis, Coq., c.
— *Mortilleti*, Pict. et Lor., a. c.

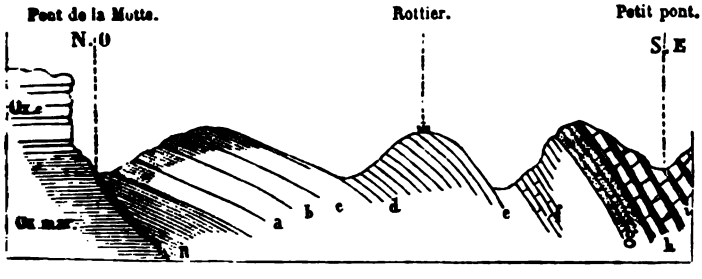
Tous ces fossiles, toujours associés d'une manière si constante, se rencontrent dans cette épaisseur de 3 mètres; mais on peut constater que les aptychus et les bélemnites sont beaucoup plus abondants à la partie supérieure et les ammonites à la partie inférieure de cette couche de 3 mètres. On peut aussi s'assurer que ces fossiles se rencontrent en dessus et en dessous de leur gisement principal, mais en moindre quantité, et d'ailleurs à des distances de quelques mètres seulement.

La couche fossilifère, qui s'étend sur plusieurs kilomètres, entre Eyrolles et Villeperdrix, et qui, par la manière dont elle est exposée à l'action des pluies, fournira en tout temps une riche moisson aux explorateurs, se distingue de loin à la vue, en ce qu'elle est plus épaisse que les autres couches de marnes et d'une couleur plus claire.

N. — Calcaire marneux alternant avec des lits de marne, renfermant des ammonites, criocères, etc., au moins 150 m.

Vallée de la Charce.— La série néocomienne de la vallée de la Charce est plus difficile à suivre dans tous ses détails; il faudrait pour cela y rester plus de temps que nous n'avons pu le faire.

Fig. 2.



Je n'ai donc que bien peu de chose à ajouter à l'intéressante coupe que M. Lory a donnée (1) de cette localité.

(1) *Bull.*, 2e série, t. XI, 1854, et *Desc. géol. du Dauphiné*, p. 291, pl. III, fig. 6, 1861.

En se dirigeant de la Motte à Rottier, on reste d
clay pendant 3 kilomètres à partir du pont. Le
commence à 1 kilom. environ avant le village d
présente de nombreuses dislocations qui gênent
marnes à petites ammonites ferrugineuses, *n* (f. 2), si
cette localité par M. Lory, semblent reposer dire
l'Oxford-clay, mais la disposition relative des cou
qu'il y a là une faille. On y recueille abondamment
subfusiformis comme à Eyrolles, plus rarement les
et *B. latus*. Les aptychus sont aussi très-communs,
des espèces différentes de celles d'Eyrolles. L'*A.* *I*
y est abondant; l'*A. angulicostatus*, Pict. et Lor., p
ammonites n'y sont pas communes, ce qui tient p
à ce que la partie inférieure de ces marnes est
des éboulements.

Au-dessus viennent les calcaires marneux *N'*,
d'Eyrolles, dont l'étude peut se faire beaucoup p
dément ici. J'y ai constaté d'abord, en *a*, la prése
nites assez variées, de l'*Ancyloceras Emerici?*; l
veau, en *b*, j'ai rencontré l'*Aptychus Didayi*,
calcaires, *c*, gris, blancs ou bleuâtres, qui sont
gisement des céphalopodes de cette localité. Ce
A. Astierianus, d'Orb., *A. Rouyanus*, d'Orb.,
d'Orb., *Crioceras Duvalii*, Léveillé, etc. Ces fossi
dans les ravins qui précèdent le village de Rottie

Des calcaires marneux et compactes, *d*, très-pe
recouvrent les calcaires à céphalopodes; j'y ai re
une *Terebratula diphyoides*, dans le ravin qui est
ticule de Rottier.

Le monticule suivant, qui est précisément à
pont de la Motte, est traversé dans son milieu pa
calcaire très-dur (*g*), rempli de *Rhynchonella p*
forme l'arête saillante du monticule et se suit c
continue du haut en bas. Ce banc se trouve envir
au-dessus de calcaires marneux (*f*) à *Criocer*
Ammonites Rouyanus, répétition des calcaires *c*. Il
par de gros bancs de calcaires marneux (*h*), alte
marnes, dans lesquels j'ai constaté la présence
tula triangulus, Lamk., en *i*, un peu avant un pe

Viennent ensuite des calcaires marneux alter
marnes, recouverts par des calcaires marneux

où j'ai bien aperçu des fossiles, mais que je n'ai point eu le temps de détailler.

M. Lory m'avait dit de chercher à préciser la position du banc à *Rhynchonella peregrina* qu'il n'avait donnée qu'approximativement; on voit qu'il appartient bien, comme notre savant collègue l'avait dit, à la série des calcaires à criocères (*Cr. Duvalii*, Léveillé), mais qu'il occupe plutôt la partie supérieure de cette série. J'y ai recueilli, outre la *Rh. peregrina*, un fragment bien caractérisé de l'*Ammonites recticostatus*, d'Orb., et deux *Chemnitzia*, dont l'une est très-abondante, une *Venus*, une *Capsa*, et quelques autres bivalves indéterminables.

La coupe précédente prise sur le chemin de la Motte à la Charce, est du N. O. au S. E.; celle que M. Lory a donnée va du N. au S., par la Charce. Je l'ai vérifiée sur place. Là, entre les calcaires oxfordiens et les marnes néocomiennes inférieures, il n'y a point de faille, mais il m'a paru qu'entre les calcaires noduleux ou compactes de l'Oxford-clay supérieur et ces marnes, il y avait une assise de calcaires plus ou moins marneux, ou alternant avec de minces lits de marne, qui peut-être seraient néocomiens. C'est un doute que je soumets aux futurs explorateurs de cette région.

La partie supérieure des calcaires néocomiens présente un fait intéressant. La petite rivière de la Charce coule sur les calcaires à *Crioceras Duvalii*, calcaires extrêmement riches en fossiles (*A. Rouyanus*, *ligatus*, *Astierianus*, *incertus*, etc.). Si l'on suit cette vallée à l'E., vers Sainte-Marie, on reste sur cette assise, et on trouve, à 2 kilom. de la Charce, un ravin qui est le gisement le plus extraordinaire qu'on puisse voir pour l'abondance et la beauté des fossiles. Si, au lieu de marcher dans cette direction qui est celle des couches, on va du N. au S., dans la direction de Pomairol, on traverse la petite rivière qui coule au pied de la Charce, et on rencontre le long du ravin qui conduit à Pomairol, la succession des assises supérieures aux couches néocomiennes, telle que la donne la coupe déjà citée de M. Lory. J'ai remarqué que les calcaires à criocères sur lesquels repose le village de la Charce se retrouvent à la base du premier monticule, et qu'ils sont recouverts par un banc composé de blocs et nodules de calcaire compacte bleu, évidemment roulés, et enveloppés d'une argile peu abondante. La simple vue de cette couche me fit noter qu'il y avait là l'indication précise d'une interruption dans la sédimentation-

et il se trouve que l'un des fossiles les plus abonda
caires marneux qui viennent au-dessus est l'*Amm*
roni, d'Orb., qui accompagne à la Bédoule l'*Anc*
theronianus et l'*Ostrea aquila*, dans des assises c
forment, dans cette riche localité, la base du sous
comien supérieur ou aptien, et reposent directe
calcaires blancs à *Requienia*. Ces calcaires à
theroni marquent donc à la Charce, aussi bien
doule, le commencement du sous-étage aptien e
démarcation se trouve ici très-nettement indiq
point vu dans l'endroit que je décris les petites o
M. Lory a signalées à peu de distance. Ces calcai
couverts par la série des marnes noires aptiennes
bas et en haut avec des grès verdâtres ; au-de
craie.

Les observations qui précèdent montrent quelle
position détaillée du néocomien inférieur dans
méridional. On y reconnaît que les marnes à pe
nites ferrugineuses constituent un horizon const
ractérisé par ses nombreuses espèces, non-seulem
nites, mais de Bélemnites et d'Aptychus, et encla
puissants massifs de calcaires marneux, riches
podes.

Le massif inférieur nous fournit plusieurs espè
avons également recueillies dans les marnes à pe
nites, bien que l'une d'elles, l'*A. macilentus*, soit
nier niveau. Mais j'y ai trouvé aussi des espèces co

Ammonites difficilis (Montclus),
— *Astierianus* (Châtillon),

qui étaient considérées comme caractéristiques
à criocères supérieurs aux marnes à petites amm

Ces rapprochements seront certainement bien pl
lorsque l'on aura soumis ces calcaires inférieurs
à des recherches plus suivies. Jusqu'ici, en pr
richesse des marnes qui les recouvrent, on les a t
Dans notre rapide exploration, nous n'avons p
que dix espèces.

Les calcaires à Criocères, caractérisés surtout p
nites Rouyanus et *incertus*, sont liés aux marnes à p

nites non-seulement par l'*A. Astierianus* qui descend jusqu'au bas de la série, mais par le *Crioceras Duvalii* lui-même (Montclus). Le banc à *Rhynchonella peregrina* y est simplement intercalé; la faune reste la même au-dessus comme au-dessous. Il est à remarquer qu'on rencontre à Montclus des silex à la base de ces calcaires à criocères.

Suivons maintenant les assises néocomiennes vers le Sud.

Barrême. — Le néocomien de Barrême offre les mêmes caractères que celui des localités précédentes. Il se présente sous une épaisseur considérable sur le chemin de Chaudon. La coupe que j'ai donnée (*Bull.*, 2e série, t. XIX, p. 114, 1861) montre qu'il repose en stratification concordante sur les calcaires compactes de l'oxford-clay supérieur.

La crête qui sépare Chaudon de Barrême et de Saint-Jacques (*loc. cit.*, fig. 7) est formée par les calcaires oxfordiens qui tantôt plongent à l'Est, ce qui est la direction normale, tantôt à l'Ouest, par suite d'un renversement local. En descendant vers Barrême, on parcourt successivement toute la série néocomienne.

1° Les calcaires marneux peu fossilifères de l'assise inférieure;

2° Les marnes néocomiennes, gisement des petites ammonites ferrugineuses ;

3° Les calcaires à *Crioceras Duvalii;*

4° Des calcaires marneux peu fossilifères;

5° Des calcaires remplis d'Ammonites (*A. Rouyanus*, *A. difficilis*), où j'ai recueilli également *Terebratula diphyoïdes*, etc.

Cette dernière assise est recouverte par les marnes aptiennes (1).

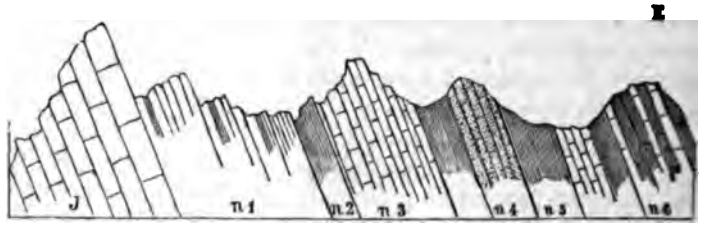
Castellanne. — Les environs de Castellanne, en même temps qu'ils confirment la *formule générale* de la succession que nous avons constatée depuis le nord de la Drôme et des Hautes-Alpes, vont nous donner de nouveaux et très-intéressants renseignements.

Si l'on sort de la ville par la route de Grasse, on rencontre

(1) M. Reynès dit qu'on y a recueilli l'*Ancyloceras Matheronianus;* on m'a remis également un *Amm. Matheroni* provenant de Barrême : ces deux indications montrent que l'assise calcaire, base du sous-étage aptien, existe dans cette localité.

immédiatement des calcaires compactes, J (fig. 3), où je n'ai recueilli aucun fossile. Ces calcaires forment de grands escarpements dont l'un supporte les ruines de la vieille ville et la chapelle du Roc. Ils plongent à l'Est. A la suite viennent, en se dirigeant vers le lieu dit *La Lagne*, à 2 kilom. de la ville :

Fig. 3.



1° Les calcaires marneux inférieurs, n^1, peu fossilifères, dont la puissance dépasse 100 mètres, et qui ont ici les mêmes caractères que dans les gisements précédents. Les fossiles y sont assez rares et mal conservés. J'ai cependant recueilli une ammonite que je crois être l'*A. neocomiensis*, d'Orb.;

2° Marnes noires et bleuâtres peu épaisses, n_2, sans fossiles;

3° Calcaires et marnes, n_3, alternant ensemble, avec fossiles nombreux, dont les plus abondants sont les suivants :

Echinospatagus cordiformis (*Tox. complanatus*), r.
— *Ricordeanus*, Cotteau, c.
Collyrites subelongata, a. c.
Pholadomya elongata, c.
Ammonites Leopoldinus, c.
— *radiatus*, c.
— *incertus*, a. r.
— *ligatus*, r.
— *Astierianus*.
Crioceras.
Trigonia caudata.
Terebratula tamarindus.

4° Grès vert, n_4, très-glauconieux, contenant à peu près la même faune, notamment *A. Leopoldinus*, *A. radiatus*, et en outre, quoique en petite quantité, *Belemnites dilatatus* et *B. subfusiformis*, *A. Castellannensis*, *A. Astierianus*, *A. incertus*, *Toxoceras elegans*.

5° Couches plus marneuses, n_5, remplies de *B. subfusiformis*, quelques *Belemnites dilatatus*, *polygonalis* et *bipartitus*, quelques *Toxaster* écrasés, quelques *Crioceras* et beaucoup de fossiles du n° 3 (*Pholadomya elongata*, *Trigonia caudata*, *Terebratula tamarindus*). Les lits calcaires sont quelquefois pétris de petites ammonites (*A. Grasianus*, etc.) non ferrugineuses,

mais il y a cependant un certain nombre de concrétions ferrugineuses à ce niveau.

6° Calcaires à *Crioceras*, n_4.

Cette coupe montre que la faune si caractérisée du *Toxaster complanatus* occupe, dans la série néocomienne du Midi, une place bien déterminée. Elle est inférieure aux calcaires si riches en *Crioceras Duvalii* à la Charce, fossile constamment associé à l'*Ammonites Rouyanus;* elle est même *inférieure au gisement des Bélemnites plates;* elle est supérieure à une assise puissante de calcaires à Ammonites néocomiennes. Enfin elle est associée avec des céphalopodes (*Ammonites incertus*, *ligatus*, *Grasianus*, *Castellannensis*, *Astierianus*, *Toxoceras elegans*, *Belemnites dilatatus*, *subfusiformis*, *polygonalis*, *bipartitus*, etc.), dont plusieurs parcourent presque toute la série que nous décrivons. On peut dire qu'elle occupe exactement la position des marnes à petites Ammonites ferrugineuses. Par conséquent, ce serait un niveau inférieur à celui des calcaires à spatangues de l'Isère qui reposent sur les calcaires à *Crioceras Duvalii* (1).

Continuons nos observations en marchant vers le Sud.

Route d'Escragnolles. — Les calcaires néocomiens se montrent en plusieurs points sur la route d'Escragnolles.

A. A l'auberge du *Logis Dupin* et près le pont de la *Doire*, à l'embranchement des routes de Grasse et de Draguignan (au kilomètre 7), des calcaires compactes remplis de Bélemnites, des bancs glauconieux avec *Toxaster*, Ammonites, *Toxoceras* et Bélemnites, montrent que l'on a affaire à une portion de la série néocomienne de Castellanne.

B. Un peu au delà du Logis de Seranon (12e kilomètre).

C. A trois kil. de ce dernier point sont, en bancs verticaux, des calcaires jaunes, contenant les fossiles suivants :

Belemnites minaret? Raspail, r.
Ammonites ligatus, d'Orb., a. c.
— *Dumasianus*, d'Orb., r.
Ostrea rectangularis, Rœm., r.
Terebratula prælonga, c.
— *tamarindus*, c.
Echinospatagus cordiformis, r.
— *Ricordeanus*, c.

(1) M. Reynès (*Études sur les terrains crétacés du sud-est de la France*, 1861, p. 74) fait sur ce sujet des remarques fort justes.

D. 2 kilomètres au delà (kilom. 17), les calcaires précédents (*calcaires à Spatangues*) sont surmontés, comme à Castellanne, par les calcaires glauconieux, n_5, où abondent les Bélemnites, Ammonites, *Toxoceras*, etc., et où se rencontrent aussi des Spatangues; leur épaisseur est de 2 m.

Viennent ensuite successivement de bas en haut :

1° Calcaires marneux avec petites Ammonites très-nombreuses (*A. Grasianus*, etc.), 2 m.

2° Calcaires sableux et très-glauconieux, 1 m.

3° Calcaires jaunes, sableux, avec *Trigonia caudata*, 3 m.

Ces trois couches, d'une épaisseur totale de 6 m., correspondent à l'assise n_6 de Castellanne. Dans les deux localités, les deux assises n_5 et n_6, très-semblables entre elles par les caractères minéralogiques et par la faune, qui est celle du calcaire à spatangues du Nord, comprennent entre elles la glauconie, où cette faune vient se mélanger avec les grands céphalopodes du Midi.

4° Enfin, des calcaires blancs très-durs, épais de 10 mètres, renfermant à leur partie supérieure des lits marneux et glauconieux ou sableux, semblent occuper la place des calcaires à criocères.

Il est à remarquer que ces assises qui, à Castellanne, plongeaient à l'Est, au Logis Dupin plongent au Sud, d'abord de 20°, puis de 80°. Au Logis de Seranon, le plongement est S.-O., puis les couches deviennent verticales, et à la borne kilométrique 17, on les retrouve plongeant au S.-E., pour se replier presque immédiatement, de manière à plonger sensiblement au N. et reprendre ensuite leur plongement S.-E., redevenir verticales, etc.

C'est à cette nombreuse série de plissements qu'on doit la fréquente réapparition des mêmes couches.

Clars. — On arrive ainsi à la belle coupe du ravin de Clars, à 3 kil. au N.-O. d'Escragnolles (borne kilom. 19). Le grand ravin, qui descend du hameau de Clars à Escragnolles, est parallèle à la direction des couches; mais un petit ravin qui va de la route au hameau les coupe perpendiculairement, et c'est ce ravin qui m'a donné la coupe suivante, que je prends de bas en haut, c'est-à-dire à partir du fond du ravin.

A l'ouest du ravin, un calcaire compacte jurassique est couvert par une forêt qui cache le contact avec les premières assises néocomiennes; mais la partie invisible ne peut être que très-peu épaisse.

1° La première assise visible consiste en marnes grises remplies des fossiles suivants :

Echinospatagus cordiformis, a. r.
— *Ricordeanus*, c.
Collyrites subelongata, a. c.
— *ovulum*, a. r.
Panopœa curta (*Myopsis*, Ag.).
Pholadomya elongata, Münst., c.
Lavignon rhomboidalis (Leym. sp.), d'Orb., c.
Astarte disparilis, d'Orb., r.
Cyprina bernensis, d'Orb., a. c.
Sphæra corrugata, Sow., a. c.
Trigonia caudata, Ag., r.
Lima Carteroniana, d'Orb., a. c.
Janira atava (Rœm. sp.), d'Orb., r.
Terebratula tamarindus, c.

C'est bien la faune des calcaires à spatangues, c'en est aussi la roche. L'épaisseur de cette couche est de 10m.

2° Couche remplie de nodules ferrugineux.... de 0m.50 à	1m.50	
3° Marnes glauconieuses avec *Belemnites subfusiformis*, c.		
— *minaret*, a. r.....	1	»
4° Calcaire avec *Ammonites Leopoldinus*.....	3	»
5° Calcaire jaune avec *Echinospatagus cordiformis*, *Ammonites Leopoldinus* et *radiatus*, *Nautilus pseudoelegans*, nombreuses *Belemnites subfusiformis*?.....	3	»
6° Glauconie.....	4	»
7° Marnes avec bélemnites (*B. binervius* et *bipartitus*).....	4	»
8° Glauconie sableuse avec lits noduleux, semblable à celle de Castellane, avec *Ammonites Astierianus*.....	8	»
9° Marnes à bélemnites.....	8	»
10° Calcaire bleuâtre à *Ancyloceras Emerici*, *A. Tabarelli*, *A. Puzosianus*, *Ptychoceras Puzosianus*, *Nautilus neocomiensis*, *Ammonites cryptoceras*, *A. Thetys*.....	20	»
11° Calcaire glauconieux avec		

Belemnites dilatatus, r.
Nautilus varusensis, a. c.
Ammonites Feraudianus, c.
— *clypeiformis*, c.
— *Dumasianus*, a. c.
Ancyloceras Emerici, c.
Toxoceras obliquatus, r.

Cette dernière couche, mieux visible au ravin Saint-Martin, y présente une épaisseur de.....	3	»
TOTAL.....	75m.50	

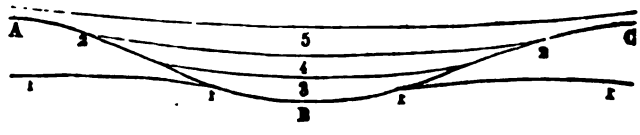
Au ravin Saint-Martin, quoique les couches se séparent moins bien les unes des autres dans le détail, en raison de leur section verticale, et qu'elles soient moins épaisses, on distingue très bien dans l'ordre ascendant :

1° Marnes grises à spatangues	3m
2° Marnes et calcaires jaunes terreux à spatangues et *Amm. Leopoldinus, radiatus, clypeiformis, Nautilus*, etc. (nos 4 et 5 de la coupe précédente)	6
3° Marnes à bélemnites (nos 7, 8 et 9 de la coupe précédente)	10
4° Calcaire à *Ancyloceras Emerici*	20
5° Glauconie supérieure avec *Ammonites Feraudianus, Nautilus neocomiensis*, etc.	3
TOTAL	42m

Ici, les marnes grises à *Echinospatagus cordiformis* reposent directement sur les calcaires jurassiques.

A Escragnolles, les calcaires à *Terebratula janitor* et ceux de Berrias manquent, comme ils manquent dans le nord de l'Isère et dans le Jura. Dès cette époque de la *T. janitor* il y avait, dans la région d'Escragnolles comme dans le Jura, une partie saillante s'élevant au-dessus des eaux de la mer et constituée précisément par les assises supérieures du terrain jurassique du midi de la France. La partie intermédiaire, c'est-à-dire la Drôme et le nord des Basses-Alpes, était un bassin dont le fond était formé par les calcaires oxfordiens. Les saillies littorales n'ont pu être recouvertes que postérieurement par des couches néocomiennes plus récentes. Le diagramme suivant représente cette disposition :

Fig. 4.



ABC. Limite du terrain jurassique et du terrain crétacé.

1.1.1. Calcaires oxfordiens supérieurs à *Amm. iphicerus, tenuilobatus, trachynotus*, etc.

2.2. Calcaire à *Terebratula moravica*.

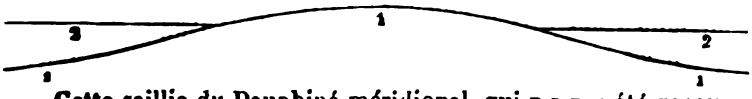
3. Calcaire à *Terebratula janitor*.

4. Calcaire de Berrias, ciment.

5. Marnes à petites ammonites ferrugineuses et calcaire à spatangues.

Mais, réciproquement, cette partie centrale, 1, où manquent les couches jurassiques supérieures, devait probablement former, à la fin de l'époque des calcaires à *Ammonites iphicerus*, une saillie émergée entre deux bassins, 2, 2, immergés tous deux, au moins pendant l'époque des calcaires à *Terebratula moravica*, conformément à la disposition suivante :

Fig. 5.



Cette saillie du Dauphiné méridional, qui n'a pas été recouverte par les eaux où se sont déposés les calcaires de l'Échaillon, qui a séparé à cette époque, au moins en partie, le golfe méditerranéen du golfe jurassien, ou qui formait un promontoire dans ce golfe, est devenue, par un plissement inverse, représenté par la fig. 4, la première région envahie par les eaux au commencement de la période crétacée, et c'est ainsi qu'on y rencontre, à l'exclusion de beaucoup d'autres régions voisines, les dépôts néocomiens les plus anciens (1).

On remarquera que la disposition stratigraphique des couches jurassiques et crétacées, indiquée par la figure 4, montre que les eaux, qui ont déposé les couches supérieures au gisement principal de la *Terebratula janitor*, ont pu battre des rivages formés par les calcaires de l'Échaillon, et qu'elles ont pu former des brèches analogues à celle d'Aizy, sans qu'il doive en résulter que ces brèches, quelque soit le nombre, encore bien restreint toutefois, des espèces jurassiques qu'on y rencontre, soient contemporaines des calcaires de l'Échaillon à *Terebratula moravica*. Cette manière de voir, que j'ai déjà exposée dans plusieurs circonstances (2), n'a pas été jusqu'ici rendue inacceptable. Aucune observation n'en a démontré l'impossibilité.

(1) On pourrait aussi admettre que les calcaires à *Terebratula moravica*, de la fig. 4, ont été ravinés de manière à présenter un bassin où se sont déposés les calcaires à *Terebratula janitor*. Alors les deux plissements successifs deviendraient inutiles et seraient remplacés, d'abord par un exhaussement du sol, puis par un vaste phénomène de dénudation. Peut-être cette dernière hypothèse rendrait-elle mieux compte de la présence constante de brèches à la base du calcaire à *Ter. janitor*.

(2) *Geological Magazine*, vol. VI, n° 7, july 1869; — *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXVII, p. 111, nov. 1869; — *Verhandl. der K. K. geol. Reichsanstalt*, n° 7, 1870.

Au ravin Saint-Martin, quoique les couches bien les unes des autres dans le détail, en ra tion verticale, et qu'elles soient moins épais très bien dans l'ordre ascendant :

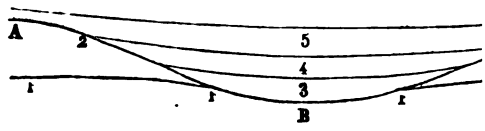
1° Marnes grises à spatangues.....
2° Marnes et calcaires jaunes terreux à spatangues et . *dinus, radiatus, clypeiformis, Nautilus*, etc. (nos 4 et précédente).....
3° Marnes à bélemnites (nos 7, 8 et 9 de la coupe pré
4° Calcaire à *Ancyloceras Emerici*.....
5° Glauconie supérieure avec *Ammonites Feraudia neocomiensis*, etc.....

TOTAL.....

Ici, les marnes grises à *Echinospatagus cora* directement sur les calcaires jurassiques.

A Escragnolles, les calcaires à *Terebratula j* Berrias manquent, comme ils manquent dans et dans le Jura. Dès cette époque de la *T. janit* la région d'Escragnolles comme dans le Jura, lante s'élevant au-dessus des eaux de la mer et sément par les assises supérieures du terrain ju de la France. La partie intermédiaire, c'est-à-d nord des Basses-Alpes, était un bassin dont le par les calcaires oxfordiens. Les saillies li être recouvertes que postérieurement par de miennes plus récentes. Le diagramme suivant disposition :

Fig. 4.



ABC. Limite du terrain jurassique et du terrain crétac
1.1.1. Calcaires oxfordiens supérieurs à *Amm. iphi trachynotus*, etc.
2.2. Calcaire à *Terebratula moravica*.
3. Calcaire à *Terebratula janitor*.
4. Calcaire de Berrias, ciment.
5. Marnes à petites ammonites ferrugineuses et calcair

La constitution du néocomien reste la même lorsqu'on continue à longer les Cévennes par Saint-Hippolyte et le Mas-de-Londres jusque dans l'Hérault.

Il forme le mont Hortus et la plaine de Valflaunès, au pied du pic Saint-Loup. Il vient s'appliquer en couches sensiblement horizontales contre les strates redressées des calcaires oxfordiens qui forment la crête du Pic : c'était bien là un point du rivage; puis il plonge au sud sous le terrain tertiaire, en affleurant çà et là, en beaucoup de points, jusqu'à la rencontre du delta du Rhône. L'*Echinospatagus cordiformis*, l'*Ostrea Couloni* continuent à abonder dans les calcaires marneux inférieurs, où se trouve l'*Ammonites Astierianus*.

Dans mon mémoire de 1867 sur le terrain néocomien des Pyrénées, j'ai fait continuer le rivage, que je viens de suivre, directement au sud, n'ayant rien vu à l'ouest de cette ligne qui pût être rapporté au néocomien inférieur. Je considère comme probable qu'un large canal, correspondant à la vallée actuelle du Rhône, faisait communiquer le golfe néocomien du midi de la France avec la mer Méditerranée de cette époque.

De l'autre côté de cette vallée, on ne tarde pas à rencontrer les premiers contre-forts des Alpes, formés, en général, dans leur centre, par le terrain jurassique. Alors encore la faune des calcaires à spatangues reparaît. On la rencontre surtout aux environs de Marseille, à la Nerthe, à Allauch, à Aubagne et dans beaucoup d'autres points. Nul doute que, depuis Marseille jusqu'à Nice, il n'y eût à cette époque le rivage septentrional d'une terre qui, embrassant non-seulement les régions montagneuses des Maures et de l'Estérel, mais une large bande triasique et jurassique au nord, pouvait, en s'étendant au sud, occuper une partie de l'emplacement actuel de la Méditerranée. Cette terre comprenait certainement la Corse et peut-être la Sardaigne tout entière.

Chose remarquable, sur ce rivage méridional du golfe la faune redevient, malgré la distance, identique à celle du Jura

---

de Bouquet (Gard). Là, les calcaires à spatangues sont intercalés entre les marnes à bélemnites cylindriques qui les recouvrent, et les marnes et calcaires à bélemnites plates et à céphalopodes. De même, dans les environs de Saint-Hippolyte, d'après MM. Coquand et Boutin (*Bull. Soc. géol.*, t. XXVI, p. 851), le calcaire à spatangues repose sur les marnes à bélemnites plates et à ammonites ferrugineuses.

APPENDICE.

Le calcaire à spatangues est le faciès littoral du néocom

J'ai fait voir dans la note précédente que la fa
caires à spatangues se trouve, dans la Drôme et les B
au milieu des calcaires à céphalopodes; en d'au
que le *faciès jurassien* et le *faciès provençal* se trouve
dans une même série de couches et dans le même
M. Lory désignait sous le nom de *faciès provençal*,
qui habite la partie de la Provence où les calcaire
podes ne sont pas représentés, et qui a vu d'aille
dans le nord de la Provence, mais surtout dans
méridional (Drôme), que ces calcaires sont très-dé
sert de l'expression de *faciès alpin*, et se contente
le nom de *faciès ordinaire* au calcaire à spatangues
M. Reynès fait avec raison remarquer que d'
considérant les oursins comme indiquant des dép
mer, et l'abondance des céphalopodes comme a
anciens rivages, est en contradiction avec les fait
manière de voir de d'Orbigny est également en op
les indications fournies par la stratigraphie. Si
en effet, les dépôts néocomiens dans leur ensem
que lorsqu'on approche des points où ces dépôts
ténuer, puis disparaître devant un terrain plus
évidemment a été le rivage de cette époque, c'es
faune des calcaires à spatangues apparaît; l'*Echin*
diformis ou l'*E. Ricordeanus* s'y trouve toujours, ac
nombreux acéphales et de gastéropodes. Il en es
long des Cévennes, dans le Vivarais et dans le Gar
ce fait à la montagne de Rousson, où les calcair
spatagus cordiformis, avec *Pholadomya elongata* et *O*
sont intercalés entre des calcaires marneux pétris
(*A. Castellannensis*, *A. subfimbriatus*, *A. cryptoceras*
A. Astierianus, *A. Grasianus*, *A. Neocomiensis*, etc.
caires à *Requienia* qui forment la partie supérieu
tagne (1).

(1) Une coupe tout à fait identique a été donnée en 1
géol., 1re série, t. XIII, p. 508) par M. Renaux. Elle s'a

L'épaisseur de ce système est d'environ 30 mètres ; on y remarque des lits de spatangues jusqu'à la partie supérieure.

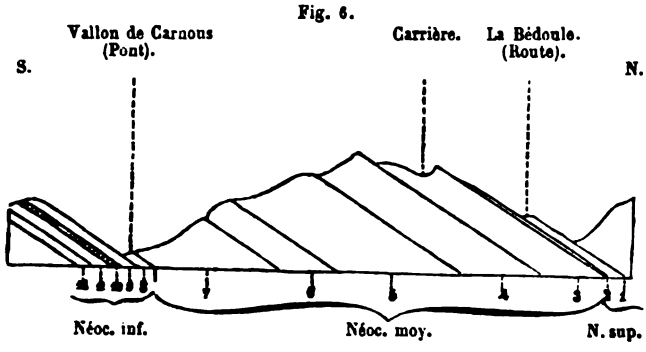
3° Ces calcaires sont surmontés de *calcaires à silex* dont l'épaisseur est ici de 10 à 15 mètres, et qui, par leur nature et leur position, rappellent tout à fait le calcaire jaune à silex de Neuchâtel.

J'ai dit plus haut que l'on retrouvait les calcaires à spatangues près d'Aubagne. Leur gisement est à peu près à moitié chemin d'Aubagne à la Bédoule, au-dessous des calcaires à *Requienia*.

Il ne sera pas inutile de montrer les relations stratigraphiques des calcaires à spatangues avec les marnes aptiennes de la Bédoule. Voici cette coupe :

Coupe de la Bédoule à Aubagne.

Fig. 6.



La superposition immédiate des calcaires à plicatules et à *Ostrea aquila*, sur les assises à *Requienia Lonsdalii*, se voit entre les carrières de calcaire à ciment hydraulique et celles de pierre de taille (urgonien). En se dirigeant vers le Nord, on traverse successivement de haut en bas :

1° Calcaires marneux exploités, à *Ancyloceras Matheronianus*, qui, au nord de la station de Cassis, en bas du ravin de la Bédoule, se montrent dans tout leur développement (1), c'est-à-dire sur..... 15 à 18m

2° Calcaire plus terreux, avec

(1) Mais les *Ancyloceras* remontent dans les marnes jusqu'à une grande hauteur.

Ammonites Matheronianus, d'Orb.
Plicatula placunœa, Lamk.
Ostrea aquila, d'Orb.
Rhynchonella lata, d'Orb.

Cette couche est la base du néocomien supérieur.

3° Calcaire blanc compacte à cassure conchoïdale, avec *Requienia*; lit de petites nérinées en haut. Il est exploité à divers niveaux, mais surtout à la partie supérieure..... 50

4° Calcaire plus gris, à cassure moins conchoïdale, plusieurs lits de fossiles 60

5° Le même, Rudistes..... 100

6° Le même, petits Rudistes..... 50

7° Calcaire à stratification peu distincte, couleur de chair, lithographique, très-dur, se divisant en dalles verticalement, ce qui ferait croire à une stratification verticale, sans fossiles..... 100

8° Invisible (Pont de Carnous)..... 6

9° Calcaire gris, compacte, devenant marneux, jaune et schisteux en haut..... 14

10° Calcaire avec *silex blonds*, schisteux à la base, gris ou jaune. 8

11° Calcaire marneux, gris jaunâtre, schistoïde, avec des lits de marne jaune :

Ostrea Couloni, d'Orb., c.
Terebratula prælonga, Sow., c.
Echinospatagus Ricordeanus, Cotteau, a. c.
Rhynchonella multiformis, Rœm., a. r.
Nucula Cornueliana, d'Orb., r.

10

12° Calcaire compacte, gris jaunâtre, peu de fossiles apparents, passant au précédent..... 4 à 8

Dans cette coupe, les nos 1 et 2 constituent la base du sous-étage supérieur ou aptien; les nos 3 à 7 appartiennent au calcaire à *Requienia* ou au néocomien moyen, dont l'épaisseur, estimée ici par une évaluation tout à fait approximative, serait de 360 mètres (1); enfin, les nos 8 à 12, sur une épaisseur de 40 à 50 mètres, appartiendraient au néocomien inférieur (2). Mais

(1) Bien entendu, je ne donne ce chiffre que sous toutes réserves.

(2) M. Matheron avait déjà signalé la présence du *Spatangus retusus* sur la route de la Bédoule à Aubagne (*Bull. Soc. géol.*, 1re série, t. XIII, p. 510, 1842).

ici, comme à Allauch, il y a lieu de distinguer les calcaires à spatangues des calcaires à silex qui les surmontent.

La position à Aubagne des calcaires à silex montre qu'ils sont inférieurs aux calcaires urgoniens, et qu'ils constituent une dépendance du néocomien inférieur.

A Allauch, au contraire, dans la localité dont je viens de parler, au-dessus de ces calcaires à silex, il y a une immense lacune. Rien, en effet, n'y représente le néocomien moyen et supérieur, le gault ni même la craie de Rouen. Il était difficile, d'après cette seule localité, de préciser les véritables relations des calcaires à silex.

Ainsi donc, nous voyons cette faune des calcaires à spatangues se maintenir constamment dans le voisinage des anciens rivages de la mer néocomienne; elle présente éminemment un caractère *littoral* ou d'eaux peu profondes.

Les calcaires à céphalopodes, au contraire, qui, bien que se trouvant quelquefois dans les mêmes lieux que les calcaires à spatangues, occupent seuls le centre du golfe, semblent indiquer des dépôts au sein d'eaux profondes; ils méritent le nom de *faciès pélagique*.

Composés en général de sédiments fins, ils se sont déposés lentement à l'état de vase calcaire. Les coquilles des ammonites et autres animaux nageurs ont été remplies par cette vase, et leur dépôt s'est fait en même temps. Pour que des couches à céphalopodes indiquent un dépôt littoral, il faut que les coquilles aient été rejetées à la côte, pêle-mêle avec les échinides, les myaires, etc., qui habitaient le rivage, comme cela a lieu pour certains lits à Castellanne et à Escragnolles.

L'extrême régularité des calcaires à céphalopodes sur de grandes distances, et l'absence de tout fragment remanié, dès qu'on dépasse la partie inférieure, indiquent des eaux extrêmement tranquilles. Cela tient à ce que ces eaux ne faisaient pas partie d'une grande mer, mais constituaient une petite mer intérieure, comprise entre les Cévennes à l'ouest, les Alpes à l'est, et la région émergée dont les Maures et l'Esterel formaient le centre au sud. Cette petite Méditerranée devait communiquer avec les mers de cette époque par trois détroits : l'un au sud, entre Marseille et Montpellier; l'autre à l'est, vers Nice ; le troisième au nord, par la vallée du Rhône, entre Valence et la limite occidentale du département des Hautes-Alpes.

Pour qu'on puisse mieux juger de l'énorme différence que présentent les faunes correspondant aux deux faciès que j'ai caractérisés ci-dessus, je joins ici la liste générale, par localités, des fossiles que j'ai recueillis dans les régions qui ont été l'objet de l'étude précédente. Dans un certain nombre de localités, tous les dépôts appartiennent au même faciès; mais dans deux d'entre elles, Castellanne et Escragnolles, comme dans la plupart des régions qui avoisinent les Cévennes, les deux faciès se sont succédé; ce qui indique que les eaux ont été tantôt profondes, tantôt basses; car je ne prétends pas que le long des rivages les dépôts aient dû affecter constamment les caractères du calcaire à spatangues. Si, pour moi, ces derniers caractères indiquent nécessairement ou un rivage ou des eaux basses, la réciproque n'est pas vraie, et les calcaires à céphalopodes n'indiquent pas nécessairement la haute mer ou l'éloignement du rivage, mais seulement des eaux profondes. Néanmoins, je conserve l'expression de *faciès pélagique* par opposition à celle de *faciès littoral*.

En publiant les renseignements qui précèdent, je n'ai pas eu la prétention de donner un travail complet. Ces renseignements, réunis aux matériaux amassés par les observateurs qui m'ont précédé dans ces contrées, pourraient peut-être servir de base à une description détaillée des couches néocomiennes dans le midi de la France. Ces couches sont si nombreuses, si variées, si riches en débris organiques, que leur étude approfondie produirait sans aucun doute des résultats du plus haut intérêt; mais, en appelant de tous mes vœux ces investigations nouvelles, il est de mon devoir de rendre, en terminant, hommage à ceux qui nous ont ouvert la voie, et parmi lesquels je citerai principalement MM. Scipion Gras (1), Duval-Jouve (2) et d'Archiac (3).

---

(1) *Statistique minéralogique du département de la Drôme* (1835), *des Basses-Alpes* (1840).

(2) *Bélemnites du terrain crétacé inférieur des environs de Castellanne* (1841).

(3) *Histoire des progrès de la géologie*, t. IV, 1851.

L GÉNÉRALE DES FOSSILES RECUEILLIS PAR M. HÉBERT DANS LES LOCALITÉS DÉCRITES DANS CE MÉMOIRE.

Premier tableau. — Céphalopodes.

	FACIÈS PÉLAGIQUE									FAC. LITTOR.		
	MONTCLUS.	EYROLLES.	SAINT-JULIEN-EN-B.	LA MOTTE. LA CHARCE.	CHATILLON-EN-DIOIS.	LES PILLES.	BARRÈME.	CASTELLANNE.	ESCRAGNOLLES (CLARS).	SERANON.	ALLAUCH.	AUBAGNE.
CÉPHALOPODES.												
Didayi, Coq.	r	...	...	c								
angulicostatus, Pict. et Lor.	...	...	...	a.r	...	c						
Seranonis, Coq.	c	c										
Mortilleti, Pict. et Lor. (n'est probablement qu'une variété de l'*A. Seranonis*.)	r	a.c										
ts dilatatus., Bl.	r	r	...	r	...	...	...	c				
polygonalis, Bl.	...	...	...	...	...	r	...	r				
Emerici, Raspail	r	c										
conicus, Bl.	r	c	c	...	a.c							
bipartitus, Bl sp.	c	c	r	r	a.r	...	...	a.c	r			
bicanaliculatus, Bl.	...	...	c									
latus, Bl.	r	...	r	r	r	...	r	a.c	r	?		
binervius, Bl.	c	a.c	...	r	...	r	...	c	r			
Orbignyanus, Duval	...	c	a.c	...	a.c							
Grasianus, Duval.	r	...	r	...	...	...	...	a.r				
subfusiformis, d'Orb.	c	c	c	c	...	c	...	c	c			
pistilliformis, Bl.	...	...	...	...	...	...	...	c	a.r			
minaret, Rasp.	...	...	...	...	...	...	...	a.r	r	r		
rugosus, Rasp.	...	...	...	...	...	...	...	r				
varusensis, d'Orb.	...	...	...	...	...	...	a.r	...	a.r			
neocomiensis, d'Orb.	...	...	...	...	...	...	...	...	a.c			
pseudoelegans, d'Orb.	...	...	...	...	...	...	...	...	c	...	c	
les Leopoldinus, d'Orb.	...	...	...	r	...	...	...	a.c	a.c	...	c	
cryptoceras, d'Orb.	...	...	...	r	...	...	...	...	a.r			
A.	...	...	...	...	...	...	r					
Castellannensis, d'Orb.	...	...	...	...	...	...	...	c	a.c			
radiatus, Brug.	?	...	r	...	r	...	...	c	a.c			
Astierianus, d'Orb.	a.c	c	c	c	c	...	...	...	r	...	a.c	
incertus, d'Orb.	r	...	...	c	...	...	...	a.c	r			
intermedius, d'Orb.	...	...	...	...	...	...	a.c	?				
subfimbriatus, d'Orb.	...	...	...	c	...	...	a.r					
Liebigi, Zittel.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	r	
occitanicus, Pict.	...	...	r									
recticostatus, d'Orb.	...	...	...	r	...	...	c					
inæqualicostatus, d'Orb.	...	...	...	r	...	...	a.r					

Premier tableau. — Céphalopodes.

(Suite et fin.)

	FACIÈS PÉLAGIQUE									FAC. LITTOR.		
	MONTCLUS.	EYROLLES.	SAINT-JULIEN-EN-B.	LA MOTTE. LA CHARCE.	CHATILLON-EN-DIOIS.	LES PILLES.	BARRÊME.	CASTELLANNE.	ESCRAGNOLLES (CLARS).	SERANON.	ALLAUCH.	AUBAGNE.
Ammonites Honoratianus, d'Orb.	.	.	.	r								
— *Boissieri*, Pict.	.	.	r									
— *striatisulcatus*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	c					
— *B.*	.	.	.	.	.	.	r					
— *ligatus*, d'Orb.	.	.	.	a.c	.	.	c	r				
— *Vandecki*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	a.c			
— *marilentus*, d'Orb.	r											
— *difficilis*, d'Orb.	.	.	.	r	.	.	c					
— *Rouyanus*, d'Orb.	.	.	.	c	.	.	c	.	r.			
— *cassida*, Raspail.	.	.	a.c									
— *pulchellus* (*Damasianus*), d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	a.c	r		
— *clypeiformis*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	c			
— *Grasianus*, d'Orb.	c	c	c	r	c	.	r	c.	a.r			
— *Charrierianus?* d'Orb.	.	.	.	.	.	.	c					
— *Feraudianus*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	a.c	.	c			
— *neocomiensis*, d'Orb.	c	c	r	.	c							
— *Tethys*, d'Orb.	.	c	c	.	c	.	c	.	r			
— *asperrimus*, d'Orb.	a.r	r	c	.	a.c							
— *verrucosus?* d'Orb.	r	a.r										
— *Juilletti*, d'Orb.	a.r	c	c	r	r							
— *quadrisulcatus*, d'Orb.	a.r	r	c	r	a.r	.	r					
— *semisulcatus*, d'Orb.	r	r	c	.	c	.	r					
— *C.*	.	.	.	.	.	.	c					
— *diphyllus*, d'Orb.	c	c	.	.	a.r							
— *Morelianus*, d'Orb.	r	c	r	.	c							
— *Gevrilianus?* d'Orb.	.	r										
— *Terverii*, d'Orb.	.	a.r										
— *zonarius*, Opp.	.	.	r									
— *D* (voisin du *Tethys*)	.	.	.	c								
— *Roubaudianus*, d'Orb.	r	.	.	.	a.c							
— *Calypso*, d'Orb.	.	.	.	.	a.c							
Crioceras Duvalii, Lévéillé	.	.	.	c	.	.	a.c					
Ancyloceras Emerici, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	r	.	c			
— *Tabarelli*, Astier	.	.	.	.	.	.	.	.	r			
— *Puzosianus*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	r			
— *furcatus*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	a.c					
— *simplex?* d'Orb.	.	.	.	.	.	.	r	c				
Toxoceras obliquatus, d'Orb.	.	.	.	r	.	.	.	.	r			
— *Duvalianus*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	r					
— *elegans*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	a.c				
Hamulina Astieriana, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	a.r			
— *cincta*, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	.	.	a.r			
A *subundulata?* d'Orb.	.	.	.	?	.	.	r					
B *subcylindrica?* d'Orb.	.	.	.	?	.	.	a.r					
C —	.	.	.	.	.	.	a.r					
D —	.	.	.	.	.	.	r					
Ptychoceras Puzosianus, d'Orb.	.	.	.	.	.	.	c	.	r			
Baculites neocomiensis, d'Orb.	c	c	.	.	r	r	r					
A —	.	.	.	.	.	.	.	a.r				

Deuxième tableau.

astéropodes. — Acéphalés. — Brachiopodes. — Échinides.

	FACIÈS PÉLAGIQUE									FAC. LITTOR.		
	MONTCLIS.	EYROLLES.	SAINT-JULIEN-EN-B.	LA MOTTE. LA CHARCE.	CHATILLON-EN-DIOIS.	LES PILLES.	BARRÈME.	CASTELLANNE.	ESCRAGNOLLES (CLARS.)	SENANON.	ALLAUCH.	AUBAGNE.
GASTÉROPODES.												
zia A.									r		r	
B.				c								
C.				a.r								
									r			
								r				
pseudo-ampullaria, Math. (confondue par d'Orbigny avec *N. Hugardiana*, qui est une espèce distincte.)											a.c	
ulimoides, d'Orb.			a.c									
maria.										r		
a (*Chenopus*) *Couloni*, Lorio		a.r	a.c		c							
pelagi, Brongn.											a.c	
ACÉPHALÉS.												
(*Myopsis*) *curta*, Ag.								c	r			
rostrata Math., sp.											r	
mya elongata, Münst.								c	c		r	
A											r	
B.											a.r	
C.									r			
rhomboidalis (Leym. sp.), d'Orb.									c			
				r								
rnueliana? d'Orb.								r	r			
				a.c								
disparilis, d'Orb.									r			
A.		r										
? A.								r				
bernensis, d'Orb.									a.c			
B.									a.r		a.c	
corrugata, Sow. (*Cardium rotunciale*, Math.									a.c		a.c	
Dupiniana? d'Orb.									r			
a cor, Math.											r	
Cornuelliana, d'Orb.												r
s longa, Ag.								r				
caudata, Ag.								c	r			
lobualdina, d'Orb.								c				
							a.c					
rieroniana, d'Orb.									a.c			
A.									r			
mdata, Desh.											r	
Carteronii, d'Orb. (*Ar. allaudiensis*, Math.)											r	
Sowerbyana, Math.											r	
Ricordeana, d'Orb.											r	
crassitesta, Rœmer.											r	

Deuxième tableau.

(Suite et fin.)

	FACIÈS PÉLAGIQUE							
	MONTCLUS.	EYROLLES.	SAINT-JULIEN-EN-B.	LA MOTTE. LA CHARCE.	CHATILLON-EN-DIOIS.	LES PILLES.	BARRÈME.	CASTELLANNE.
Pecten A.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	r
Hinnites, n. sp.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
Janira neocomiensis, d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	r
— *atava* (Rœmer sp.), d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
Ostrea rectangularis, Rœm. (*O. macroptera*, Sow.)	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
— *Couloni*, Defr.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	.
Anomia	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
BRACHIOPODES.								
Rhynchonella Guerini, d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	a,c	a
— *multiformis*, Rœm.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
Terebratula tamarindus, Sow.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	c
— *prælonga*, Sow.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
— *A.*	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
— *diphyoides*	. .	. .	. .	. .	r	. .	c	
— *hippopus*	. .	. .	. .	. .	r			
— *janitor*, Pict.	r	. .	. .	r				
ÉCHINIDES.								
Collyrites subelongata, d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	c
— *ovulum*, Desor sp.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
Holaster A.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	a.
Echinospatagus gibbus, d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
— *Ricordeanus*, Cotteau	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	c
— *subcylindricus*, d'Orb.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	r
— *cordiformis*, Breyn.	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	r
Epiaster ou *Hemiaster*	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	r

A la suite de cette communication, M. Parr quelques observations.

Il rappelle que les couches à *Terebratula di* recouvrent, aux environs de Ganges (Hérault), blancs à *Terebratula moravica*, Glocker (*Coral-r* Dumas), n'ont aucune liaison avec ces derniers là une lacune incontestable, reconnue il y a plus par Ém. Dumas, et confirmée dans le mémoi MM. Coquand et Boutin.

De Ganges à Berrias (Ardèche), le néocomie

Terebratula diphyoides (Rousson, entre Alais et Saint-Ambroix) repose directement, mais en discordance encore plus marquée, sur les calcaires massifs et ruiniformes, inférieurs aux calcaires blancs de Ganges et supérieurs aux calcaires lithographiques stratifiés, décrits comme oxfordiens par Ém. Dumas. Ces derniers calcaires sont certainement les équivalents de ceux de Crussol, de la Voulte et du Pouzin, auxquels ils se relient d'une manière à peu près continue et en conservant leurs caractères lithographiques et zoologiques. Ils ont été considérés comme oxfordiens purs par Fournet, Émilien Dumas, Lory, etc. Oppel a, le premier, en 1865 (1), séparé les calcaires lithographiques stratifiés de Crussol en deux zones : la zone inférieure à *Ammonites bimammatus*, qu'il a laissée dans l'oxfordien, et la zone supérieure à *Ammonites tenuilobatus*, qu'il a rangée dans le kimméridien. Il classe aussi dans le kimméridien les calcaires supérieurs ruiniformes, dont MM. Coquand et Boutin ont fait récemment du coral-rag, et qu'Em. Dumas n'avait pas séparés de l'oxfordien, à cause de l'incertitude des limites, tout en faisant cependant remarquer qu'ils pourraient déjà appartenir à un étage supérieur.

L'étude des environs de Berrias, soit dans les berges du Chassézac, soit sur la nouvelle route des Vans, qui coupe le bois de Païolive, peut être recommandée comme devant fournir des données stratigraphiques et paléontologiques essentielles sur les calcaires compris entre la zone à *Ammonites tenuilobatus* et la zone à *Terebratula diphyoides*. Ces calcaires ont, aux environs de Berrias, 70 mètres d'épaisseur.

M. Paul Gervais donne quelques détails au sujet des *Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon*, et il met sous les yeux de la Société les modèles en plâtre de plusieurs de ces reptiles.

Les espèces dont il s'agit appartiennent à différents groupes. Ce sont :

1° Plusieurs chéloniens, particulièrement les *Chelonomys* de M. Jourdan, genre qu'il ne paraît pas possible de séparer des *Hydropelta* d'Hermann de Meyer, établis sur un fossile du même gisement, actuellement conservé au Muséum.

(1) *Mittheilungen*, p. 305, 1865.

2° Un crocodilien de la division des Téléosau par M. Jourdan *Crocodileimus robustus.*

3° Des animaux comparables aux sauriens actu faibles dimensions, mais qui ressemblent aux croc la forme allongée des deux principaux os de le paraissent devoir constituer une famille à part cor trois genres *Atoposaurus*, H. de M., *Alligatorium*, *Alligatorellus*, Jourdan, qui ont tous les trois des rep Cirin.

4° Des sauriens de la famille des *Homéosauridé* genre *Stelliosaurus*, Jourdan, fort voisin de celui *saurus*, sinon identique avec lui ; le genre *Saphæos* M.; celui des *Sauranodon*, Jourdan, qu'on ne peut e guer avec certitude du précédent, et celui des *Sa* Jourdan, évidemment synonyme des *Anguisaur* provenant des calcaires lithographiques de la Bav

5° Le genre *Euposaurus* de M. Jourdan, apparte les précédents à l'ordre des sauriens.

6° Un *Ptérodactyle*, d'espèce indéterminée.

M. P. Gervais fait remarquer que l'on n'a jusqu à Cirin aucun débris susceptible d'être attribué a *thus longipes* d'A. Wagner, singulier reptile décou hofen , qui constitue une famille bien distinct classe d'animaux. Le genre *Compsognathus* n'est c ce jour que par un seul exemplaire, conservé Munich, et dont le Muséum de Paris a reçu u plâtre.

Séance du 4 septembre 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du pro la dernière séance, dont la rédaction est adop

Le Président donne ensuite lecture de l'all vante :

Messieurs et chers collègues,

Permettez-moi de vous remercier, au nom d entier, de l'empressement que vous avez mis à r

appel. Si difficiles qu'aient été les circonstances que nous avons traversées, la Société n'a pas suspendu ses travaux, et nous nous retrouvons, aujourd'hui, définitivement et plus commodément installés que nous ne l'étions précédemment, dans le local qu'elle s'est choisi au commencement de 1870. Notre nouvel aménagement, comme vous le voyez, s'est continué sans trop d'obstacles, et s'il est dès à présent à peu près terminé, nous en sommes surtout redevables à notre excellent archiviste et collègue, M. Danglure, qui s'est acquis par là de nouveaux droits à votre sympathie et à votre reconnaissance. Son zèle a tout prévu, et la bibliothèque est déjà bien mieux classée qu'elle ne l'était dans l'ancien local. La publication du *Bulletin* n'a pas été interrompue, et il va paraître un fascicule des *Mémoires*, qui est relatif au département de la Moselle.

La Société géologique peut se flatter d'avoir, cette année encore, rendu des services à la science et au pays. Son action eût été certainement plus efficace si les études relatives à l'histoire naturelle étaient plus encouragées en France, et si on avait su réserver dans nos programmes officiels de l'enseignement secondaire la place qui leur est due. Il n'y a pas de sciences inutiles, et celles qui, comme la géologie, ont pour but les grands phénomènes terrestres, le seraient moins encore que les autres, puisqu'en nous faisant connaître le sol sur lequel nous vivons, les accidents de sa surface, ses richesses de toute sorte, les matériaux divers dont il est formé, ainsi que les autres détails de sa conformation et l'ordre suivant lequel les êtres vivants se sont succédé sur notre planète, elle nous montre le parti que nous pouvons tirer des découvertes qu'elle s'est chargée d'enregistrer et de propager.

On l'a dit bien souvent et depuis bien longtemps : l'homme doit apprendre à se connaître lui-même, au physique ainsi qu'au moral ; car plus il s'étudie, mieux il sait dominer ses passions et soustraire sa frêle organisation aux dangers qui la menacent incessamment; de même il faut nous appliquer à réunir des notions exactes sur notre propre pays, envisagé au point de vue de la géologie, et à répandre ces notions parmi nos compatriotes, car elles sont pour nous un gage de sécurité. Les données de cette science ne peuvent-elles pas à l'occasion aider à la défense de la patrie, et toute bonne stratégie ne comporte-t-elle pas de semblables connaissances relativement au pays dans lequel doit se passer l'action? J'en appelle, en ce qui touche la défense nationale, aux savantes

remarques que la campagne de 1814 a inspirées à M. Élie de Beaumont. Vous les avez tous lues, et il n'est, j'en suis certain, aucun d'entre vous qui me contredira, si j'ajoute qu'à une date encore peu éloignée ces remarquables appréciations et les études de géologie locale qui ont été publiées depuis un certain nombre d'années auraient pu fournir de bien précieuses indications. Mais l'enseignement de notre science n'est pas assez répandu, et l'on n'a pas suffisamment cherché à en propager le goût; aussi en est-il résulté que beaucoup des applications qu'on aurait pu en tirer sont restées sans effet. L'enseignement ordinaire de la géographie ne s'en préoccupe même pas.

Reprenons donc nos travaux avec une nouvelle ardeur, et efforçons-nous de préparer à la science que nous aimons tous de nouveaux adeptes qui assurent ses progrès et rendent plus fructueuses les applications dont elle est susceptible.

Malheureusement le concours de quelques-uns de nos plus éminents collègues va nous faire défaut, alors qu'il nous serait le plus nécessaire. MM. Édouard Lartet et Émilien Dumas ne seront plus là pour nous éclairer de leurs lumières et faire profiter la Société géologique de leurs savantes études; d'autres ont succombé comme eux, qui laisseront aussi parmi nous des vides bien regrettables.

Un des plus jeunes, et par conséquent l'un de ceux de qui l'on pouvait le plus attendre, est M. *Cave*, ancien élève de l'École normale, agrégé des sciences physiques et professeur au lycée de Dijon. Il aspirait à entrer dans une Faculté des sciences pour s'adonner tout entier aux recherches qui le préoccupaient. M. Cave a été tué à l'ennemi, dans un combat soutenu glorieusement contre les Prussiens par la ville de Dijon.

M. *Laurent*, ingénieur civil, bien connu par ses travaux relatifs au percement des puits artésiens, et à qui l'Algérie doit des forages importants, a également succombé. Il n'a pu surmonter les fatigues du siége de Paris. Confrère bienveillant, esprit cultivé, également versé dans la connaissance de la géologie et de l'entomologie, M. Laurent était aimé et estimé de tous les membres de la Société.

Nous avons encore perdu M. *Dollfus-Ausset*, l'un de nos plus généreux bienfaiteurs. Que son nom reste inscrit sur nos listes avec l'indication des dons qui lui assurent notre reconnaissance.

Si nous savons tous le nom de la petite ville de Sommières, située entre Nîmes et Montpellier, c'est à M. *Émilien Dumas* que cette localité en est redevable. Il y avait fondé des collections importantes de géologie, de minéralogie, de zoologie, d'archéologie, etc. Ami de Requien, d'Avignon, de Dunal et de M. de Rouville, de Montpellier, M. Dumas comprit de bonne heure l'utilité de la géologie, et en même temps qu'il trouvait dans cette branche de l'histoire naturelle une occupation agréable, il savait tirer parti de ses recherches pour mieux faire connaître aux savants la région qu'il habitait. Collecteur intelligent, il ne craignait ni la fatigue ni la dépense, et son cabinet était devenu pour les savants du Midi un centre de réunion où l'on trouvait pour la solution d'un grand nombre de questions plus de ressources que n'en offrent, hélas! la plupart de nos établissements officiels. Une riche bibliothèque complétait ce séjour du savant géologue de Sommières. Cependant, disons-le sans détour et pour exprimer un regret que sa fin prématurée ne justifie que trop, si M. Émilien Dumas avait toutes les bonnes qualités de l'homme de science, il ne s'en était pas donné toute la puissance. Malgré les reproches qu'on lui en faisait chaque jour, reproches auxquels votre Président s'est bien des fois associé, il restreignait trop le cercle de son action ; tandis que d'autres publient peut-être trop, il ne publiait pas assez; aussi, bien des découvertes qui lui sont dues figurent-elles dans la science sans que son nom y soit attaché, et d'autres mourront avec lui, parce qu'il ne les a pas enregistrées dans nos publications. Cependant il a eu une influence considérable sur le progrès de la géologie dans nos départements méditerranéens, et il laisse dans la double carte géologique et agronomique du Gard qu'il a dressée, un travail considérable, fruit de longues et patientes recherches, qui suffirait à lui donner un rang parmi les premiers géologues de notre époque. C'est à M. Dumas, alors collaborateur de Jules de Christol et de M. Tournal, que sont dues les premières observations relatives à l'ancienneté de l'homme, qui ont conduit les naturalistes à abandonner l'opinion de Cuvier. Elles se rapportent aux cavernes de Pondres dans le Gard, et de Bize dans l'Aude.

Une autre perte, dont l'importance a été sentie de vous tous, est celle de M. *Édouard Lartet*, mort au commencement de cette année, loin de Paris, dans le département du Gers, témoin de ses plus belles découvertes.

M. de Rouville vous redira bientôt, ainsi qu'il nous l'a promis, tous les mérites de M. Émilien Dumas, et toute l'importance des services rendus à la géologie par cet excellent observateur. J'aurais voulu pouvoir, dès à présent, vous exposer en détail les nombreux travaux de M. Lartet; mais une pareille tâche comporte des recherches qu'il m'a, jusqu'à ce jour, été impossible de terminer, la biographie complète de ce savant méritant d'être traitée d'une manière spéciale. Je me bornerai donc à vous rappeler les principaux titres de notre regretté collègue à la reconnaissance du pays.

Vers 1838, M. Lartet commença des fouilles à Sansan, riche gisement de mammifères miocènes, voisin de la localité qu'il habitait, et ces fouilles lui donnèrent bientôt des résultats inespérés. Une série nombreuse de mammifères et des débris appartenant aux autres classes de l'embranchement des vertébrés, montrèrent qu'il y avait là les restes d'une faune éteinte, non moins curieuse que celle de Montmartre, dont l'examen avait tant concouru à étendre la réputation de Cuvier, mais différente par ses espèces, et plus semblable, soit à celle des terrains lacustres de la Limagne, au sujet de laquelle Geoffroy-Saint-Hilaire et d'autres anatomistes avaient déjà réuni quelques rares documents, soit à celle du dépôt célèbre d'Eppelsheim, dans la Hesse, que M. Kaup venait de décrire. A des proboscidiens du genre des mastodontes, se trouvaient associés des Rhinocéros de plusieurs espèces, le faux Paléothérium d'Orléans, dont on a fait le genre Anchithérium, des Chalicothériums ou Anisodons, des Cerfs d'un sous-genre particulier, sous-genre Dicrocère de M. Lartet, des Hyémoschus, animaux intermédiaires aux Ruminants et aux Pachydermes, des Antilopes, des Suidés, le Listriodon, qui est un genre de porcins à molaires tapiroïdes, différents carnassiers, dont un, de taille gigantesque, fut appelé Amphicyon par M. Lartet, des Insectivores, des Rongeurs, et un grand Edenté, dont Cuvier n'avait connu qu'une seule phalange. M. Lartet, qui venait de trouver plusieurs parties du squelette de ce mammifère, reconnut aisément qu'il fallait en faire un genre à part, auquel il donna le nom de Macrothérium. A toutes ces découvertes s'en ajoutait une plus inattendue encore. Il y avait à Sansan des débris d'un singe, et ce singe, aujourd'hui appelé par les naturalistes *Pliopithecus antiquus*, a appartenu à la série des espèces dites anthropomorphes.

On comprend l'intérêt qu'inspirèrent ces premiers travaux

de notre confrère. L'Académie des sciences les recueillit dans ses *Comptes rendus*, et de Blainville, chargé au Muséum de l'étude des ossements fossiles, en sa qualité de successeur de Cuvier dans la chaire d'anatomie comparée, en fit l'objet de plusieurs rapports très-flatteurs. Le ministre de l'instruction publique, M. de Salvandy, consulta l'Académie et le Muséum sur l'opportunité qu'il y aurait à acquérir tous ces débris des anciens âges et à les déposer dans les galeries publiques de notre grand établissement. Les fossiles découverts par M. Lartet furent en effet achetés par l'État, et les géologues, ainsi que les anatomistes, ont pu les examiner depuis lors dans nos galeries publiques.

M. Lartet n'a pas cessé, pendant tout le reste de sa carrière scientifique, de se préoccuper des animaux de la faune miocène dont on recueille les débris dans les départements sous-pyrénéens. Il a exploré Simorre, localité située, comme Sansan, dans le Gers; Saint-Gaudens, dans la Haute-Garonne, lui a fourni des débris d'un singe différent du Pliopithèque et d'une organisation plus élevée encore, qu'il a nommé *Dryopithecus*, en rappelant par l'épithète de *Fontani* le nom du docteur Fontan, à qui il en devait la communication. D'autres notices de lui, sur des fossiles découverts dans la même région, ont fait connaître un nouveau genre de sirénidés (le *Rytiodus*), un grand palmipède voisin des fous (le *Pelagornis*), et d'autres formes éteintes également intéressantes.

En même temps, le nom de notre collègue était associé à plusieurs des découvertes paléontologiques faites aux environs de Paris ou ailleurs. C'est ainsi qu'il a été conduit à s'occuper du *Gastornis*, grand oiseau du conglomérat de Meudon; qu'il a décrit plus récemment le squelette d'un rongeur voisin des Théridomys, recueilli par M. le docteur Bonduelle, dans les marnes gypsifères de Pantin, et qu'il a rédigé, avec M. Gaudry, une note sur les fossiles de l'Attique.

Mais l'étude de la faune post-tertiaire est, après Sansan, le point qui a le plus occupé M. Lartet, et son nom se trouve largement associé aux principales découvertes dont cette faune a été l'objet. Il en a examiné avec soin les Éléphants, ce qui l'a conduit à rédiger, sur la comparaison des animaux éteints de ce genre et de ceux des genres Mastodonte et Dinothérium, un travail qui prend rang dans la science à côté de celui de Falconer sur le même sujet. Il a particulièrement fait connaître les animaux que l'on trouve associés au Renne dans les stations de

l'âge paléolithique, et réuni des détails sur plusieurs de ces stations. C'est également lui qui a signalé la découverte de débris de l'Ovibos en France, dans le diluvium de Précy (Oise), et dans le Périgord, et les fouilles qu'il a fait continuer, de concert avec son ami, feu M. Christy, aux Eyzies, sont l'origine de cette belle publication intitulée : *Reliquiæ Aquitanicæ*, qui sera l'un des plus intéressants monuments de ce que j'appellerais notre *histoire préhistorique*, si ces deux mots n'impliquaient contradiction.

Rappelons aussi que M. Lartet a cherché, sans sortir de l'observation, à élucider plusieurs questions qui se rattachent, soit à l'origine réelle des espèces et à leur première apparition dans nos contrées, soit à leur disparition. C'est à ce dernier ordre de travaux que se rapporte son mémoire sur les migrations anciennes de certains mammifères encore existants de nos jours, ainsi que sa note « sur quelques cas de progression organique vérifiables dans la succession des temps géologiques sur des mammifères de même famille et de même genre. »

Toutes ces recherches touchaient de très-près au grand problème de l'ancienneté de l'homme, et M. Lartet a traité cette difficile question dans plusieurs de ses mémoires. Il a concouru à la formation du musée de Saint-Germain, et il est peu de personnes possédant des ossements fossiles, plus spécialement des ossements de mammifères, qui n'aient eu recours à sa complaisance et à son talent pour la détermination de ces objets. C'est ainsi qu'il a été conduit à enrichir notre *Bulletin* de plusieurs communications dont vous avez tous pu apprécier l'intérêt scientifique.

Le fils de M. Lartet restera parmi nous le continuateur de ces honorables et savantes traditions.

Liste des membres décédés dans le courant de l'année 1870.

MM.

Bosc.

Charles Cave, tué à l'ennemi, le 30 octobre 1870, dans le combat de Dijon.

Decaix.

Dollfus-Ausset, vice-président.

Émilien Dumas.

Édouard Lartet, ancien président.

Charles LAURENT, ancien secrétaire, membre du Conseil.
LECAISNE-LEMAIRE.
MARY.
De SAINT-MARCEAUX.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. A. Cialdi, *les Ports-Chenaux et Port-Saai*, in-8°, 118 p., 2 pl.; 1870, Paris, chez Baudry; Rome, chez A. Blanc.

De la part de M. Ch. Grad, *Examen de la théorie des Systèmes de montagnes dans ses rapports avec les progrès de la stratigraphie*, in-8°, 58 p., 2 pl.; 1871, Paris, chez Martinet.

De la part de M. W. J. Henwood, *Observations on Metalliferous deposits, and on Subterranean temperature*, 2 vol. in-8°; 1871, Penzance, chez W. Cornish.

De la part de M. l'abbé E. Lambert, *le Déluge mosaïque, l'Histoire et la Géologie*, in-8°, XXVIII-524 p.; 1871, Paris, chez Palmé et chez Savy.

De la part de M. E. Sauvage, *Synopsis des poissons tertiaires de Licata (Sicile)*, gr. in-8°, 26 p.; oct. 1870, Paris.

De la part de M. A. Peacock, *Changes of the earth's physical geography, and consequent changes of climate*, in-8°, 24 p.; 1871, Londres, chez E. et F. N. Spon.

De la part de M. Alexis Perrey :

1° *Sur les Tremblements de terre et les Éruptions volcaniques dans l'archipel Hawaïen, en* 1868, in-8°, 64 p.; 1870, Paris, chez F. Savy;

2° *Note sur les Tremblements de terre en* 1868, *avec suppléments pour les années antérieures, de* 1843 *à* 1867 (XXVI° relevé annuel), in-8°, 116 p.; 1870, Bruxelles, chez Hayez.

Annales des Mines, 6° série, t. XVIII, 1870.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar, 11° année, 1870.

Proceedings of the R. Society of Edinburgh, t. VII, 1869-1870.

Transactions of the Edinburgh geological Society, t. I, 1866-1870.

Mittheilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesammtgebiete der Geographie, par le Dr A. Petermann, t. XVI, 1870.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. W. J. Henwood annonçant l'envoi de son ouvrage sur *les dépôts métallifères et la température souterraine*. (V. la *Liste des dons*.)

M. A. Gaudry dépose sur le bureau, de la part de M. E. Sauvage, un *Synopsis des poissons tertiaires de Licata* (*Sicile*) (V. la *Liste des dons*), et donne, à ce sujet, lecture de la note suivante :

Note sur le gisement à poissons de Licata (*Sicile*),

par M. E. Sauvage.

M. R. Alby, vice-consul de France à Licata, ayant adressé au laboratoire de paléontologie du Muséum une très-nombreuse suite de poissons recueillis par lui dans les montagnes qui entourent Licata, nous avons pu étudier avec soin la faune ichthyologique la plus complète du terrain tertiaire supérieur.

Le mont de Licata (l'Ecnome des anciens) est, d'après M. Alby, composé, de haut en bas, de trois étages :

1° Une masse de calcaire dur, tantôt compacte, tantôt poreux ou caverneux, avec épanchements de gypse.

2° De nombreuses couches de marnes schisteuses, blanches, douces, s'emparant de l'eau avec grande avidité, faisant fortement effervescence avec les acides (niveau à poissons);

3° Marnes argileuses avec gros rognons siliceux.

Ces terrains ont été, en 1848, classés dans le Pliocène par M. Provana (1). Essayons de préciser encore davantage.

M. Seguenza a proposé le nom de *Zanclèen* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XXV) pour des couches qui, aux environs de Messine, sont intercalées entre le *Tortonien* et le *Plaisancien* ou l'*Astien*. Ces couches consistent en marnes sableuses, très-riches en Brachiopodes et surtout en Foraminifères, alternant avec des bancs calcaires; elles correspondraient à celles

(1) *Elementi di Geologia*, Turin, 1848.

de Licata. Il est vrai qu'à Messine M. Seguenza ne cite comme poissons que deux Squales, les *Carcharodon productus* et *Odontaspis dubia*, que nous ne connaissons pas à Licata, et que dans cette dernière localité n'ont pas été trouvés les polypiers et les brachiopodes si nombreux à Messine. Mais M. Alby nous a écrit qu'il avait recueilli une dent de Squale et diverses coquilles à Licata ; il serait dès lors possible de rapporter nos couches à poissons au *Zancléen*, et cela, avec d'autant plus de raison, qu'elles contiennent en abondance des débris de foraminifères. L'*Orbulina universa* se retrouve dans les marnes des deux localités ; plus de la moitié de la roche est formée de débris de rhizopodes siliceux, presque tous rapportables à un *Coscinodiscus* voisin du *radiatus*.

Ce dernier fossile rapproche les marnes de Licata des marnes à poissons d'Oran ; les deux localités renferment d'ailleurs la même Clupe, l'*Alosa elongata*.

Le niveau à poissons existerait en d'autres points de la côte sud de la Sicile. M. A. Gaudry y a observé, en effet, avec des marnes bleuâtres renfermant *Natica fusca*, *Corbula gibba*, *Nassa semistriata*, des marnes blanchâtres à foraminifères avec débris de poissons : ces marnes sont tout à fait les analogues de celles de Licata.

Le niveau à poissons du *Zancléen* aurait donc une assez large extension ; il occuperait une partie du littoral sud de la Sicile et s'étendrait jusqu'en Algérie.

La faune ichthyologique de Licata, tout en étant, par beaucoup de ses espèces, l'analogue de celle qui vit aujourd'hui dans la Méditerranée, présente quelques formes chaudes qui ne permettent pas de la considérer comme plus récente que le pliocène inférieur. M. A. Milne-Edwards a de même signalé à Oran un crabe, le *Cancer Deshayesi*, dont l'analogue, le *C. Edwardsi*, vit sur les côtes du Chili.

Les poissons de beaucoup les plus nombreux à Licata sont des Syngnathes. Avec ceux-ci sont des poissons essentiellement marins, tels que des *Gymnodontes*, des *Scombrides*, des *Scopélides*, etc. Cependant nous avons des *Cyprinides* parfaitement caractérisés, des genres voisins des *Leuciscus* : l'examen de la structure des écailles et l'étude attentive du squelette ne nous laissent pas le moindre doute à cet égard ; et cependant bon nombre des exemplaires de ces Leucisques renferment des rhizopodes siliceux caractérisant les dépôts d'eau salée. Il est dès lors probable que le gisement de Licata était un estuaire

où, par une cause qui nous est inconnue, ont é
poissons d'eau douce, qui se sont mélangés a
rines. Faisons remarquer que ces poissons d
assez nombreux à Licata.

Dans les mêmes gisements ont été trouvés
de bois et des fragments de plantes marine
pour être sûrement déterminés.

L'*Alosa elongata* était la seule espèce déc
autres sont nouvelles. Nous pouvons en dres
vante :

I. LOPHOBRANCHES : *Syngnathus Albyi.*

II. PLECTOGNATHES : Famille des *Gymnodon*
thodes.

III. PLEURONECTES : *Rhombus abropteryx.*

IV. ACANTHOPTÉRYGIENS : Fam. *Trichiurida*
byi, *L. anguis;*

Fam. *Scombridæ ; Thynnus angustus*, *T. pro*
catæ;

Fam. *Carangidæ ; Argyreiosus minutus;*

Fam. *Xiphidæ; Xiphias acutirostris.*

Fam. *Triglidæ; Trigla Licatæ.*

V. MALACOPTÉRYGIENS : Fam. *Cyprinidæ; L*
L. Larteti, *L. Dumerilii*, *L. Licatæ; Aspius ve*
mi; Rhodeus Edwardsi.

Fam. *Halecoïdæ ; Osmerus Larteti*, *O. propt*
O. stilpnos; Clupea Ecnomi, *C. microsoma*, *C.*
caudata.

Fam. *Scopelidæ* ; *Scopelus lacertosus.*

A cette famille appartient un genre nouv
deus. Il est voisin des *Scopèles*, dont il se dist
tion reculée de la dorsale, la forme allongée
tition, etc. Il comprend quatre espèces :
Albyi, *T. elongatus* et *T. megistosoma.*

Le genre *Acanthonotos* (*A. armatus*, *A. c*
tient à la fois aux *Triglidæ*, aux *Scombridæ*,
diagnose est : poissons oblongs, réguliers; c
dorsale épineuse commençant immédiateme
aussi étendue que la dorsale molle ; anale
veloppée que la portion molle de la dorsa
par 3.4 rayons épineux ; fausses pinnules e
sale et de l'anale, s'étendant jusqu'à la cau
dominales, mais cependant avancées; dent

pointues; pièces operculaires non dentelées: écailles très-minces et petites.

Nous n'avons pu, dans cette courte note, que donner une idée de la faune de Licata. Nous renvoyons au *Synopsis* que nous avons publié dans les *Annales des Sciences naturelles* (octobre 1870), et à la *Monographie* dont nous allons commencer la publication.

M. Levallois communique le mémoire suivant :

Note sur le minerai de fer en grains *ou minerai* pisiforme (Bohnerz *des Allemands*) (1), par M. Levallois.

Il existe, abondamment répandus sur la surface de la France, comme de l'Allemagne, de la Suisse et d'autres contrées, des gîtes ferrifères dont le minerai est connu sous le nom de minerai de fer *en grains* ou *d'alluvion*. On l'a spécifié davantage par le nom de minerai *pisiforme*, tiré de ce que les grains qui le constituent sont le plus ordinairement de la forme et de la grosseur d'un *pois;* et le mot *Bohnerz*, des Allemands, répond à peu près à cette dernière appellation.

Qu'un nom plus ou moins univoque, tiré des propriétés physiques d'une substance minérale, suffise à la définir complétement, cela n'est guère à espérer; mais au moins ne peut-il pas donner d'idées fausses et n'est-il pas exposé non plus à être contredit par le progrès de la science. Mais tel n'est pas le sort des noms qui sont tirés de considérations géogéniques : ceux-là partagent toutes les vicissitudes de la théorie, susceptible, comme cela a eu lieu de nos jours, de varier dans une mesure non moindre que celle qui sépare l'eau du feu, et ils courent l'aventure de n'exprimer plus, au bout d'un certain temps, qu'un contre-sens. C'est ce qui est arrivé au nom de *minerai d'alluvion*, longtemps employé — et encore aujourd'hui dans le langage de la loi — comme synonyme de minerai en grains ou pisiforme.

(1) Cette note ne prétend à rien de plus qu'à épargner à d'autres les longues recherches que j'ai dû faire à l'occasion de ma notice sur les travaux de M. Thirria, qui s'était lui-même beaucoup occupé du minerai de fer en grains. Ce n'est qu'une *Revue* de la question, d'après les publication dues à un grand nombre d'observateurs.

Et d'abord, que faut-il entendre par gîtes *d'al* l'acception courante de ce mot, et qui fut la seul ce sont des gîtes situés très-près de la surface d recouverts par des roches solides, mais seulen plus, par un mince manteau de terrain meuble *quaternaire*, de ce terrain de transport si univer pandu, consistant en un limon jaunâtre avec du cailloux roulés, et que l'on appelle indifférem *diluvien* ou *d'alluvion ancienne* (1). La forme g minerai et son mélange, sur beaucoup de poi éléments du terrain diluvien, sont les causes attribuer la même origine qu'à celui-ci et lui suite le nom de minerai d'alluvion.

Quant au nom de minerai *en grains*, qui rép effet, à son état le plus habituel en grains isolés, les uns des autres, au milieu de l'argile, et com la forme et la grosseur à des *pois*, ce nom ne d pas être pris au pied de la lettre; car le minera présente en même temps à l'état de rognons, de de nodules de toute forme et de toute gros atteindre jusqu'à plus de 100 mètres cubes (co vons vu dans les minières d'Aumetz, départ Moselle), mais où, de même que dans les grain intérieure en couches concentriques est toujour par la cassure fibreuse, rayonnée, propre aux hé Walchner décrivant, en 1832, un de ces gîtes si dans le Brisgau, en définissait-il le minerai s nom de *pisiforme* et *réniforme* (2). Cette structu concentriques n'avait point échappé, d'ailleurs minéralogistes, non plus que la présence fréque du grain, du granule de sable ou d'argile qui e centre de l'attraction sphéroïdale, par où se dé jeu d'affinités qui a déterminé cette forme.

Ce que l'on doit conclure de là, c'est, d'un forme granulaire des minerais dits d'alluvion rien qu'ils aient été charriés et roulés; c'est, d' ces minerais ont pour caractère essentiel de for

(1) Nous employons ici l'expression de terrain *quatern* que lui a donné d'Archiac, comme synonyme de terrain *c progrès de la Géologie*, t. II, p. 3).

(2) *Mém. Soc. d'Hist. natur. de Strasbourg*, t. Ier, 2e li

concrétionnés, tout aussi bien que les filons métallifères ordinaires « qu'on peut désigner (dit M. Élie de Beaumont dans « son remarquable travail sur les émanations volcaniques et « métallifères) sous le nom de *filons concrétionnés* (1). »

Or n'y a-t-il pas lieu de s'étonner de ce qu'au temps où régnait la théorie Wernérienne, qui consistait, on le sait, à considérer les filons métallifères comme des fentes de l'écorce terrestre remplies de haut en bas par l'effet des eaux qui en baignaient la surface, comme des dépôts chimiques faits dans des *dissolutions superincombantes* (suivant l'expression employée par M. Élie de Beaumont (2), on n'ait pas appliqué la même théorie aux minerais de *fer*, intercalés aussi dans les déchirures de cette écorce, et que pour ce métal, tout exceptionnellement, on ait imaginé d'attribuer le remplissage à une action de transport? — Et quelle aurait donc été, d'ailleurs, l'origine première de ces minerais ainsi transportés?

Nous avons dit que, dans l'acception originaire du mot, les gîtes d'alluvion étaient des dépôts non recouverts; mais il s'y attachait de plus l'idée de gîtes *superficiels*, dans le sens grammatical de cet adjectif, c'est-à-dire satisfaisant à la double condition : d'*affleurer* très-près de la surface du sol et de ne pénétrer qu'à une petite profondeur au-dessous de cette surface.

Telle est bien, en effet, la manière d'être des minerais d'alluvion sur les plateaux où ils gisent le plus habituellement, lorsque la roche qui les supporte, de quelque nature qu'elle soit d'ailleurs, présente une surface à peu près plate. Mais lorsque celle-ci, au contraire, est accidentée par des déchirures, fentes ou dépressions de toute forme, on voit les gîtes se poursuivre dans ces dépressions et ces fentes, quelquefois jusqu'à de très-grandes profondeurs. Or, ce ne sont plus là des gîtes superficiels; et, comme il n'y a pourtant pas de discontinuité entre ces parties profondes et les affleurements, on a encore été conduit à cette conséquence : que les minerais dits d'alluvion ne sont pas exclusivement superficiels, comme il avait apparu d'abord.

Les principaux gîtes connus de ces minerais occupent des plateaux de calcaire jurassique; et cette roche étant, de sa nature, plus susceptible que d'autres d'être corrodée, dégra-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. IV, p. 1262.
(2) *Loco cit.*, p. 1284.

dée et détruite par les actions endogènes et exogènes, il arrive que c'est dans les terrains de cet ordre que les gîtes de minerais pisiformes se poursuivent *souterrainement* de la manière la plus marquée. Ainsi, on voit déjà de ces gîtes descendre jusqu'à 20 mètres dans le département du Cher, puis jusqu'à 35 et 40 mètres dans la Dordogne et la Moselle, jusqu'à 100 mètres dans le département du Haut-Rhin, et jusqu'à 250 dans la Carniole. Et ils présentent d'ailleurs, tant dans le sens vertical que dans le sens horizontal, les dispositions les plus variées, les plus capricieuses : en fentes étroites comme les filons, en poches, en puits, en chambres s'étendant parfois parallèlement aux couches calcaires, de manière à produire l'illusion d'un gîte contemporain alternant avec lesdites couches. Le *Journal des Mines* de l'an VI (1) donne la vue d'une excavation servant à l'exploitation d'une minière à Poissons (Haute-Marne). Elle a de 20 à 30 mètres en longueur et en largeur et 50 mètres de profondeur. Les parois sont taillées à pic dans du calcaire (portlandien) à couches horizontales; et, du milieu de l'excavation on voit s'élever une colonne ou aiguille, formée de ce même calcaire, qui a 2 mètres de diamètre au sommet, 3 à 4 au niveau du fond de la minière, et mesure 40 mètres de hauteur. Le minerai occupait tout l'espace compris entre les parois de l'excavation et ce pilier, jouant là le rôle de ces petits massifs réservés dans les travaux de terrassements sous le nom de *témoins*, et qui témoigne, en effet, de l'énorme travail de destruction qui s'est accomplie entre l'époque portlandienne et celle où s'est formé le dépôt du minerai de fer.

La continuité remarquée tout à l'heure entre les gîtes d'affleurement et les gîtes souterrains n'est pas, d'ailleurs, un fait qui doive faire écarter *à priori* l'idée d'attribuer le dépôt de ces minerais à une action diluvienne. Le terrain diluvien, formé le dernier, ne devait-il pas se mouler sur le terrain plus ancien, et en général fortement accidenté, qu'il venait recouvrir? mince ou épais, selon que celui-ci lui présentait une surface plate ou des déchirures plus ou moins profondes. Et n'est-ce pas ainsi qu'on comprend la formation des brèches osseuses (parfois aussi ferrugineuses en même temps) dans des fentes de rochers, comme on en connaît dans le midi de la France et

(1) T. VIII, p. 521.

ailleurs, aussi bien que le remplissage plus ou moins complet des cavernes ?

Alexandre Brongniart avait été frappé de cette analogie ; et si elle est telle, en effet, que certains gîtes de minerais en poches aient dû avoir été formés, comme les brèches osseuses, par voie de charriage, il ne s'ensuit pas que ce mode de formation ait dû être exclusif ni même le plus général. Encore faut-il, pour justifier cette assimilation d'origine dans un cas donné, que le minerai de fer soit mélangé de matériaux manifestement charriés (1) ou d'ossements appartenant à des animaux quaternaires, comme ceux qui entrent dans la composition des brèches osseuses.

Dans tous les cas, cette observation montre qu'il y avait lieu de distinguer, dans les gîtes dits d'alluvion, entre ces minerais *remaniés*, auxquels seuls doit être réservé le nom de minerais d'alluvion, et ceux qui sont dans leur place originaire. Cette distinction avait été établie par Thirria dès 1828 (2), à propos des gîtes de la Haute-Saône ; elle fut faite également par Walchner en 1832, relativement aux minerais de fer pisiformes et réniformes de Candern dont nous avons parlé tout à l'heure, et elle a été maintenue dans la science, bien que la part faite par ces auteurs au remaniement nous paraisse avoir été trop grande. Thirria rapportait alors à la partie tout à fait supérieure du calcaire jurassique le minerai en place, dont le rang dans la série géologique se trouvait ainsi ballotté, suivant les opinions, depuis le terrain quaternaire jusqu'au terrain jurassique.

Ce qui maintint si longtemps les esprits en suspens au sujet de l'âge des minerais dits d'alluvion, c'est l'idée qu'on s'était d'abord formée et qui s'attachait même à leur nom, comme

---

(1) Cela n'implique pas que le charriage ait eu nécessairement un long parcours, ni par conséquent qu'il ait nécessité une action aussi puissante et aussi générale que celle que l'on attribue aux eaux diluviennes.

J'ai fait connaître dans les *Annales des Mines* (4e série, t. XVI, p. 241) un gîte de minerai de fer en plaquettes, situé près de Florange (Moselle), à 800 mètres au plus du pied d'une colline, laquelle contient ce même minerai en veines hématiteuses interstratifiées dans le grès superliasique. Que le minerai de Florange ait été arraché à la colline et transporté dans la plaine sous l'action d'un flux d'eau, cela ne saurait être mis en doute; mais ce dépôt n'a pourtant que le caractère d'une alluvion locale, bien que produite pendant l'époque dite quaternaire ou diluvienne.

(2) *Ann. des Mines*, 2e série, t. V, p. 5 (note).

je l'ai fait remarquer plus haut, que ces minerais ne sont jamais recouverts. Or, si général que parût être ce fait, ce n'était toujours qu'un fait négatif, susceptible d'être infirmé par une seule observation, tandis qu'on avait semblé lui donner comme la valeur d'un principe. C'est seulement ainsi qu'on peut s'expliquer le peu de confiance qu'avaient inspirée les observations personnelles d'hommes tels que Mérian et Voltz : le premier, annonçant dès 1821 (1) que le minerai pisiforme d'Aarau est immédiatement recouvert par un grès et par un schiste lignitiforme, où l'on distingue des planorbes et d'autres coquillages d'eau douce; le second, indiquant, quelques années après, de la manière la plus explicite, une exploitation de gypse au-dessus d'un banc de bohnerz, dans un terrain tertiaire près de Gundershoffen (2).

Alexandre Brongniart connaissait ces observations (puisqu'il les cite) lorsqu'il publia en 1828 son important mémoire sur les minerais de fer en grains (3), où il émit, le premier, l'idée de regarder ces minerais « comme un précipité d'oxyde de fer fourni par des eaux minérales ferrugineuses qui sortaient par des fissures ouvertes dans les calcaires compactes, jurassiques ou autres, » de même que se forment journellement des pisolithes calcaires dans les bassins où sortent les sources thermales de Carlsbad. En proposant cette théorie de la production *per ascensum* des minerais pisiformes ou réniformes, qui est aujourd'hui généralement adoptée, Brongniart n'apportait-il donc pas en même temps l'argument le plus plausible en faveur de la formation *in situ* de ces minerais, concentrés dans les crevasses du sol ou étalés à sa surface! Et cependant, telle était la puissance du préjugé dont nous parlions tout à l'heure, que ce savant maître n'en inclinait pas moins, dans ce même mémoire, pour la formation par voie de transport, admettant que la grande catastrophe diluvienne est venue balayer le minerai en grains déposé à la surface du globe, en rejetant ce minerai dans les fissures et les cavernes jurassiques *d'où il sortait*, pour remplir les vides que ces cavités pouvaient encore présenter (p. 432). Dans son ouvrage, publié un peu plus tard, en 1829, — *Tableau des terrains qui composent l'écorce*

(1) Mérian, *Beitrage zur Geognosie*, Bâle, 1821, t. Ier, p. 150, etc.

(2) Voltz, *Géognosie des deux départements du Rhin*, Strasbourg, 1828, p. 30.

(3) *Ann. Sciences natur.*, t. XIV, p. 431.

du globe, — Alexandre Brongniart affirmait explicitement cette manière de voir en classant le *Fer pisiforme* ou *pisolithique* dans ses terrains *clysmiens*, qu'il définit ainsi : *par transport ou alluvion* (1); en insistant toujours sur l'identité de ces gîtes avec ceux des brèches osseuses et ferrugineuses, et nommément, parmi ces dernières, des brèches des environs de Lucel (Haut-Rhin), de Bâle, de Délemont et du canton d'Aarau (2), et complétant d'ailleurs la définition du fer pisiforme par cette phrase : « toujours superficiel ou tout au plus recouvert soit par des terrains alluviens, soit par des roches également clysmiennes (3). »

La pensée dominante écrite dans cette phrase, c'est bien, comme je le disais tout à l'heure, que les gîtes de minerai pisiforme n'ont pas de *superstratum;* mais ce n'est là, comme je le disais en même temps, qu'un caractère négatif, et qui devait bientôt perdre toute sa valeur.

En effet, l'ingénieur des mines Malinvaud, dans un mémoire écrit à la fin de 1831 (4), montra que les minerais de fer en grains de la vallée de l'Aubois (département du Cher) sont recouverts en beaucoup de points par un calcaire incrusté lui-même de ces grains, et présentant la plus complète ressemblance avec le calcaire d'eau douce qui forme le plateau de la Beauce, et qui, par-dessous les sables de la Sologne, se continue dans une notable partie du département du Cher. Dans ce mémoire, qui n'a pas été assez remarqué à son époque, Malinvaud montrait aussi que les argiles, renfermant le minerai de fer pisiforme, reposent sur la surface *précédemment dégradée* du calcaire jurassique; et, répondant d'ailleurs directement tout à la fois aux arguments de ceux qui soutenaient que le dépôt de ce minerai a suivi immédiatement l'époque jurassique et de ceux qui le faisaient contemporain de l'époque diluvienne ou quaternaire, il en fixait ainsi la place (en tant du moins qu'il s'agissait du minerai du val de l'Aubois) dans le terrain tertiaire. Néanmoins, à défaut de fossiles, l'assimilation du calcaire recouvrant et empâtant le minerai en grains de l'Aubois avec le calcaire de Beauce (partie moyenne de l'étage miocène) ne reposait que sur une induction, et c'est sans doute

(1) Page 27 (tableau général, I et IV), pages 66 et 120.
(2) Page 115.
(3) *Ann. des Mines*, p. 121.
(4) *Ibid.*, 3e série, t. IV, p. 247, 252, 256 à 262.

pour cela que l'opinion de Malinvaud ne prit p
torité (1).

Mais elle fut bien fortement corroborée, lorsq
extraordinaire de la Société géologique à Strasbo
tembre 1834, Thirria fit connaître que, sur les
Nommay et de Charmont, situés dans le dé
Doubs, entre Belfort et Montbéliard, le minerai
recouvert par un dépôt tertiaire consistant en
lignite et fossiles d'eau douce : *Melania*, *Neritin*
Planorbis, lequel dépôt, dans la seconde des lo
n'atteint pas moins de 27 mètres d'épaisseur (2).
reporte à ce que nous avons dit plus haut, on re
l'observation faite dans les deux points du Jura
viennent d'être nommés, est identique à celle
faite treize ans auparavant par M. Mérian dans l

Quoi qu'il en soit, un fait était désormais acquis
la formation du minerai de fer pisiforme n'est
vue de *superstratum;* et, dans le Jura comme d
elle est recouverte par des couches miocènes.

Mais cela ne suffisait pas pour déterminer l'âg
mation, puisqu'on ne l'avait jamais observée que
les calcaires jurassiques, et qu'il restait ainsi b
à lui assigner dans la série géologique avant d'
partie moyenne de l'étage miocène. Or, si l'on a
cer à la considérer comme jurassique elle-mêm
marque faite qu'elle repose indifféremment sur
des trois étages, toujours très-profondément
esprits n'en étaient pas moins fort partagés. C
Thirria, Thurmann, Walchner, Gressly, Marc
considéraient le minerai en grains comme ap
formation du grès vert ou *green-sand* des Angla
s'appuyant (comme nous l'avons déjà dit) sur
grains de minerai dans le calcaire tertiaire qui
stratum des gîtes ferrifères du Berry, et Dufréno

(1) Walchner avait aussi, en 1832, dans le mémoire de
profil du terrain d'une mine de fer pisiforme dans le Grand
ce profil montre le minerai recouvert par une couche de
mais ici également les fossiles faisaient défaut.

(2) *Bull. Soc. géol.*, t. VI, p. 32.

(3) *Mémoire sur les terrains secondaires du bassin du mi*
— *Ann. des Mines*, 3e série, t. VII, p. 326, etc.

en ce qui concerne les gîtes qui reposent sur les plateaux secondaires de la France centrale, concluaient à rapporter la formation du fer en grains à l'époque tertiaire.

Mais la question fit un pas décisif lorsque, en 1838, Rozet (1), d'une part, et Thirria (2), de l'autre, eurent observé, aux minières de Beire-le-Châtel et de Magny-Saint-Médard, situées à l'ouest de Mirebeau (Côte-d'Or), des couches de fer pisiforme enclavées entre deux couches de calcaire d'eau douce avec lymnées, planorbes et paludines ; car le gisement de ce minerai se trouvait dès lors enserré entre un *superstratum* et un *substratum* également tertiaires; et son âge était par cela même déterminé comme tertiaire. Mais, quelque important que fût ce fait, il ne pouvait pas être généralisé; car, comme le faisaient remarquer Voltz et M. d'Omalius d'Halloy, le bohnerz n'étant probablement qu'un produit d'eaux minérales ferrugineuses, un accident minéralogique de cette sorte a pu évidemment se reproduire à tous les âges géologiques, aussi bien avant que pendant la période tertiaire, et même à l'époque quaternaire, puisqu'il s'en forme encore aujourd'hui sous nos yeux dans l'Eifel, d'après les observations communiquées à la Société géologique, en 1834, par M. Nœggerath (3).

Néanmoins, à partir de 1838, l'attribution de la formation des minerais pisiformes à la période tertiaire s'établissait de plus en plus dans l'opinion, comme on le voit par une note de Thirria, écrite en 1839 (4). Et plus tard, en 1851 (5), ce même observateur était tellement frappé de la similitude des gisements des minerais de fer du Berry et de ceux de la Franche-Comté, qu'il n'hésite plus à rapporter ceux-ci au terrain tertiaire, bien que, dans le département de la Haute-Saône au moins, ces minerais ne soient jamais recouverts.

En tout cas, des observations précises, publiées en 1855 par le docteur Greppin (6), nous ont appris que le terrain du minerai

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1re série, t. IX, p. 148 et 152, et t. X, p. 64.

(2) *Id.*, t. IX, p. 375, et *Ann. des Mines*, 3e série, t. XV, p. 12.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 1re série, t. VI, p. 37. — Voir aussi le mémoire de M. Daubrée, *Ann. des Mines*, 1846, 4e série, t. X, p. 37.

(4) *Ann. des Mines*, 3e série, t. XV, p. 12.

(5) *Ibid.*, 4e série, t. XIX, p. 49.

(6) *Notes géologiques sur les terrains du Jura bernois, et en particulier du Val de Délemont.*

de fer pisiforme (*sidérolithique* des géologues suis
dans le val de Délemont, des ossements reconnu
pour appartenir au *Palæotherium crassum* (Cuv
gypses de Montmartre, ce qui ne permet pas
un âge antérieur à celui de ces gypses ; pend
autre côté, ce minerai est recouvert par des m
renfermant les mêmes fossiles que celles du so
martre, et qui, formant la base des sables ma
nebleau, n'en peuvent être séparées et appartien
partie inférieure du terrain miocène. Délimi
aussi étroite par le haut comme par le bas, le mi
du Val de Délemont se trouve rigoureusement
la conclusion de M. Greppin, dans la partie to
rieure du terrain éocène, au niveau des gypses

M. Benoît est arrivé à une conclusion pare
était rationnel de s'y attendre, relativement au
formes des environs de Montbéliard, localité v
mont, de ce côté-ci du mont Terrible ; et c'est
M. Kœchlin-Schlumberger pour les gîtes du d
Haut-Rhin, qui ont donné lieu pendant si lon
portantes exploitations : Roppe, Châtenois, etc.

M. Tournouër a étudié plus tard (1) les cal
indiqués par Rozet et Thirria aux environs de
(Côte-d'Or), et où sont enclavés les minerais
à Vesvrottes. De l'examen des Lymnées et des
y a rencontrés, il conclut à ranger ces calcaires
« sion tertiaire inférieure certainement, dans
« peut-être » : ce qui classe le minerai pisifor
au même niveau que les dépôts sidérolithiques

Mais cette conclusion n'est pas à généralise
ques géologues l'ont pensé, pour toutes les mi
abondamment répandues dans le Nord-Est de
quand M. Tournouër passe de la Côte-d'Or
Saône, il y observe de bas en haut : d'abord le
consistant en calcaire lacustre caractérisé par
siles que dans le département voisin ; puis u
neux avec plaques de silex, que ses fossiles assin
miocène inférieur ; enfin, s'étendant tra
par-dessus ce dernier terrain et bien au delà

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 782, 1866.

bassin lacustre où il s'est déposé, un nouveau dépôt consistant en argiles avec minerais de fer en grains et ossements de Mastodontes, et qui, dans de pareilles conditions, ne peut être rapporté qu'au terrain pliocène. Cette opinion, comme le fait remarquer M. Tournouër, avait déjà été émise par M. Coquand.

D'ailleurs, et toujours d'après le même observateur, les mêmes Mastodontes (*Arvernensis*, *Borsoni*) se trouvent aussi dans le département de la Côte-d'Or au-dessus du terrain miocène, et ils accompagnent certains dépôts de minerai de fer épars dans la plaine tertiaire; en sorte que le département de la Côte-d'Or posséderait *deux terrains sidérolithiques*, pendant que la Haute-Saône n'en posséderait qu'un, celui qui est de l'âge pliocène (1) : conclusion qui montre, à elle seule, toute l'impropriété de cette expression de *terrain sidérolithique*, qu'il faudrait bien se hâter d'abandonner.

M. Tournouër, qui a fait aussi une étude approfondie des terrains tertiaires du sud-ouest de la France, a également montré que les minerais pisiformes ou réniformes du Périgord et des contrées environnantes, lesquels reposent sur la craie, sont recouverts : — sur les bords de l'Allemance (Lot-et-Garonne), par un calcaire lacustre éocène où il a signalé la faune paléothérienne, et surmonté par toute la série des dépôts d'eau douce de l'Agénais (2);—à Beaumont (Dordogne), par du gypse avec ossements de Paléothérium, recouvert lui-même par la mollasse miocène (3). — Ces minerais appartiennent donc, comme ceux du Jura suisse étudiés par M. Greppin, à l'étage éocène, sans doute aussi comme eux à la partie supérieure de cet étage. M. Tournouër n'a fait d'ailleurs que confirmer ainsi le classement proposé par MM. Delbos, Raulin, Matheron, s'écartant un peu de celui proposé par Dufrénoy, qui les plaçait dans la partie inférieure de l'étage miocène, mais beaucoup de celui de M. Coquand, qui les a considérés comme pliocènes,

---

(1) M. le professeur Jordan a déjà établi, par des considérations paléontologiques, dans une note présentée, en 1861, à l'Académie des sciences, l'existence, dans le bassin du Rhône, de quatre niveaux sidérolithiques différents, compris dans la période tertiaire.

(2) et (3) *Bull. Soc. géol.*, t. XXVI, p. 288, fig. 2, et p. 1017. — M. l'ingénieur des mines Drouot avait établi, dès 1838, comme le remarque M. Tournouër, les relations stratigraphiques de ces dépôts ferrifères (*Ann. des Mines*, 3e série, t. XIII, pl. I, fig. 3 et 4).

à l'instar de ceux que l'on exploite dans les sab
Il est vrai que ce savant admettait que les gîtes
fer du groupe dit *du Périgord*, qu'il étudiait,
couverts; en sorte que la question d'âge, direc
pour les localités ci-dessus dénommées, con
coupes fournies par M. Tournouër(1), pourrait
à la rigueur, comme toujours pendante pour
gîtes qui ne sont pas recouverts. Néanmoins l'in
assurément bien plutôt à assimiler ceux-ci au
les mettre en parallèle avec les minerais des sal
ceux-là bien reconnus comme pliocènes.

D'ailleurs, en m'arrêtant particulièrement s
gions ainsi que sur le Berry, je n'ai eu d'aut
citer des exemples, et je ne me suis nullement
ractériser les différents gîtes de fer en grains
trouver; encore moins ceux qui peuvent se t
autres parties de la France. Il faudrait pour ce
tions de détail qui n'ont pas encore été faites p
bablement (2). Mais au moins l'ensemble d
montre-t-il que nos gîtes de minerais pisiform
grande part et pour les plus importants, cor
partie supérieure de l'étage éocène ou à la par
l'étage miocène : deux divisions entre lesqu
leurs assez de rapports pour que plusieurs sa
tout en partant de points de vue différents, s
trouver plus de raisons de les sous-grouper e
les réunir à ce qui les précède ou à ce qui les
stratigraphique.

Les observations à faire devraient avoir
pour objet d'établir la distinction, qui n'
facile, entre les gîtes remaniés et les gîtes en pl
ont pour caractère, comme on l'a vu, de renfer
brisés et d'autres à surface lisse, avec méla
roulés et souvent aussi d'ossements d'anima
Mais quand il arrive que ces dépôts remaniés
médiatement appliqués sur des gîtes en place,
marcation est malaisée à saisir, et cela explique

(1) Voir aussi la coupe du même auteur, *Bull.*, t. XXI
(2) On doit à M. l'ingénieur en chef des mines Jacquot
sur les gîtes ferrifères du département de la Moselle.

coup de gîtes *in situ* peuvent avoir été méconnus et être rangés encore aujourd'hui parmi les gîtes d'alluvion. La confusion serait encore plus grande pour le cas, que l'on peut bien aussi supposer, où les matériaux caractéristiques de ces derniers auraient été entraînés dans des poches de minerai *in situ*, incomplétement remplies.

Ces dépôts remaniés sont donc, comme nous l'avons dit, les seuls auxquels on puisse appliquer justement le nom de minerais d'alluvion. Mais quoique dans la présente note, qui a pour sujet le minerai en grains ou *bohnerz*, nous ayons eu particulièrement en vue les minerais d'alluvion formés aux dépens des bohnerz tertiaires, et qui sont en même temps de beaucoup les plus nombreux, il va sans dire (1) que l'action de remaniement a pu aussi bien s'exercer, dans certaines circonstances, sur les couches ferrifères intercalées dans les terrains secondaires. De là des dépôts plus ou moins déplacés, qui appartiennent, comme les autres, à la catégorie des gîtes d'alluvion, bien que les éléments dont ils sont formés ne répondent plus à la définition du minerai en grains.

Tel serait l'important gîte de Poissons (Haute-Marne) dont nous avons parlé plus haut, formé, suivant Thirria et M. Cornuel, aux dépens des couches de minerai du terrain néocomien. On est bien autorisé, en effet, à considérer la minière de Poissons comme une poche remplie *per descensum*, comme un gîte diluvien, puisqu'on y a rencontré, et « à toutes les profondeurs, » dit M. Cornuel (2), des ossements de mammifères de l'époque diluvienne : *Bos primigenius*, *Elephas primigenius*. — Quant aux matériaux qui ont rempli la poche, on y reconnaît entremêlées et sans ordre les deux sortes de minerais qui constituent des niveaux bien connus dans le terrain néocomien (3), et dont les lambeaux les plus rapprochés de Poissons en sont distants de 8 kilomètres à l'ouest. Le minerai inférieur en plaquettes géodiques y domine de beaucoup, et il s'y trouve en blocs fragmentaires qui renferment, admirablement conservés, les fossiles propres à la couche *in situ* (4). — Thirria assimile au gîte de Poissons ceux qu'on exploite par puits dans six autres

(1) Voir *antè*, p. 187, la note où est citée la minière de Florange.

(2) *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. IV, p. 273.

(3) *Ann. des Mines*, 3e série, t. XV, p. 38.

(4) M. Tombeck a vu de ces blocs fossilifères extraits des minières de Poissons, chez le garde-mine de Joinville.

minières situées à l'entour dans un rayon de six kilomètres et il les distingue soigneusement de quelques autres gîtes diluviens situés près de Bourmont, dans la partie liasique du département et consistant bien, ceux-là, en minerais en grains d'origine tertiaire.

Pour terminer, résumons les observations qui précèdent.

1° Les minerais dits d'*alluvion* ou en grains ne sont pas exclusivement des minerais *de transport* (*clysmiens* de Brongniart), comme le présupposait leur nom.—La plus grande partie constitue des gîtes *en place;* et les gîtes formés par transport ou remaniement, les gîtes *remaniés*, n'y figurent que pour la moindre part.

2° Les minerais d'*alluvion*, qu'ils soient en place ou remaniés, ne gisent pas non plus exclusivement à fleur de sol, comme le faisait aussi présupposer leur nom. Ils constituent souvent des gîtes très-profonds à travers les anfractuosités des roches calcaires.

3° Les gîtes de minerais en grains *en place* ne sont pas toujours *non recouverts*, comme on l'avait supposé pendant longtemps. — Les roches reconnues jusqu'à présent pour leur servir de *superstratum* appartiennent tantôt à la partie moyenne ou inférieure de l'étage miocène, tantôt à la partie supérieure de l'étage éocène, ce qui ne permet pas de faire remonter ces gîtes jusqu'à la période quaternaire ou diluvienne, et leur donne au *minimum* l'âge miocène. — Les roches reconnues jusqu'ici pour leur servir de *substratum* avec stratification concordante, bien entendu, appartiennent également à l'étage éocène supérieur, et fixent leur âge *maximum* à ce niveau, celui, à peu près, des gypses parisiens à *Palæotherium*.

Quant aux gîtes non recouverts, leur âge *minimum* reste indéterminé, et leur âge maximum seul peut être fixé par celui de leur *substratum* quand on parvient à l'observer; ou, à défaut de ce terme de comparaison, par l'âge des ossements fossiles que l'on peut rencontrer dans les minerais. Or, la rencontre signalée en divers points d'ossements de *Palæotherium*, caractéristiques de l'étage tertiaire inférieur, conduit à admettre, par analogie, que les dépôts de minerai pisiforme ne sont pas antérieurs à l'époque paléothérienne, au-dessus de laquelle d'ailleurs ils peuvent occuper des horizons très-divers sans que rien s'oppose à ce qu'ils remontent jusque dans l'époque quaternaire.

Néanmoins il résulte de l'ensemble des faits connus, que

c'est à la partie supérieure de l'étage éocène ou à la partie inférieure de l'étage miocène qu'il convient de rapporter la plus grande partie de nos gîtes de fer en grains.

5° Les gîtes *remaniés* sont les seuls auxquels on soit fondé à conserver le nom de minerais d'*alluvion*, ou plutôt de *diluvion*, suivant le nom créé par M. d'Omalius d'Halloy.

A la suite de cette communication, MM. Jannettaz, Cotteau, Gruner, Raulin, Gervais, Oustalet, Benoît et de Billy, échangent diverses observations sur l'âge et les gisements des couches sidérolithiques.

Observations de M. Ed. Jannettaz.

(*Note sur les minerais de fer pisolithique des environs de Paris.*)

Comme suite à la communication de M. Levallois, je crois utile de signaler quelques observations que j'ai faites à plusieurs reprises sur différentes variétés de fer pisolithique des environs de Paris. J'ai vu, il y a plusieurs années, chez un tuilier d'Angervilliers, près de Limours, un échantillon de limonite pisolithique, en globules formés par des couches concentriques; cet échantillon m'ayant frappé à cause de sa structure, je fus assez surpris que son possesseur m'assurât l'avoir trouvé à la partie inférieure du calcaire qui couronne la côte de Chaumusson, au-dessus de Limours. Quelques jours après, j'avais occasion d'aller à Limours; j'observai bien le calcaire de la Beauce auprès de la station même et sur le plateau qui domine la voie de fer; je gravis les sables de Fontainebleau, qui forment aux environs de véritables abîmes d'une hauteur imposante ; mais j'eus beau m'élever avec beaucoup de peine jusqu'au contact des sables et du calcaire, je ne trouvai rien. J'ai tenu note cependant de l'affirmation du tuilier; car à la base du calcaire de la Beauce, à Meudon, et dans plusieurs localités qui nous avoisinent, il y a, comme on sait, un petit lit d'un calcaire siliceux très-ferrugineux.

Comme observation faite par moi-même, je citerai les minerais de fer de l'argile plastique de Rochefort, localité située entre Dourdan, Rambouillet et Limours. Cette petite région, à surface ondulée, offre des collines, ou plutôt des

buttes successives, entrecoupées par des vallées peu profondes. Ces buttes sont toutes invariablement formées par les sables de Fontainebleau ; mais au fond des vallées coulent quelques petits ruisseaux, la Remarde, la Rabette. Les vallées, à fond assez plat, sont constituées par un dépôt diluvien, qui recouvre en général un conglomérat analogue au poudingue de Nemours, immédiatement superposé à la craie. En allant de Rochefort vers Limours, à la Bâte, au Gué d'Aune en particulier, l'on rencontre des exploitations d'argile plastique. Ce que cette argile renferme de plus remarquable est un poudingue siliceux noirâtre, à ciment très-tenace. En allant au contraire de Rochefort vers Longvilliers ou vers Bandeville, on voit assez fréquemment des puits de marnières abandonnées, quelquefois des trous énormes, les restes d'anciennes exploitations à ciel ouvert, mais peu importantes au point de vue industriel, qui permettent de se rendre compte de la constitution géologique de cette localité. Au fond des puits, c'est la craie blanche avec plusieurs de ses fossiles caractéristiques. Des nodules de silex en hérissent les parois à leur base ; un grand nombre de ces nodules sont creux, et renferment une poussière blanche, un magma de craie, de silice friable et de débris organisés siliceux.

Au-dessus de la craie, qui devient dans sa partie supérieure grasse et argileuse, l'on n'aperçoit généralement qu'un amas de fragments de silex, d'assez grandes dimensions, de forme très-irrégulière, mêlés à une argile assez friable et à des petits nodules de silex très-ferrugineux, ou d'ocre jaune très-silicifère, lesquels sont souvent ronds comme des billes, et sont creux ou pleins, et analogues à beaucoup de minerais de fer pisolithique. Ils sont très-siliceux, et trop disséminés pour donner de véritables bénéfices à ceux qui tenteraient de les exploiter. Il est pourtant de tradition parmi les ouvriers du pays qu'il y a eu là autrefois des carrières. Il y a, au dire des glaisiers, d'anciennes galeries romaines sous la glaise de la Bâte, et dans les bois d'alentour on aperçoit souvent sur le sol des morceaux de mâchefer.

Je mentionnerai encore ici une étude que j'ai faite, il y a quelques années, des minerais de fer des argiles d'Issy et de Vanves. Ce sont des globules pisolithiques de fer carbonaté, disséminés dans les argiles. Auprès de la porte de Versailles, entre une couche supérieure d'argile noire et une de sable argileux,

on aperçoit çà et là un banc d'argile rempli de grains oolithiques. Lorsqu'on isole ces grains par des lavages, on leur trouve une composition assez complexe. Chauffés dans des petits matras, sur une lampe à alcool, ils perdent une quantité d'eau assez notable. Ils sont extérieurement solubles avec effervescence dans les acides, même dans l'acide acétique, et donnent lieu à de l'acétate de fer. Le noyau central, une fois l'effervescence terminée, est de fer oligiste, qui apparaît avec un certain éclat sous le microscope, et dont la poussière est d'un rouge violacé très-net. Ils ne sont aucunement attirables au barreau aimanté. Un tube rempli de ces grains n'a pas non plus d'action sensible sur l'aiguille. Ce sont donc évidemment des grains de fer oligiste, dont la surface extérieure a été, après coup, transformée, par épigénie, en limonite et en fer carbonaté terreux soluble dans les acides.

Observations de M. Cotteau.

M. Cotteau présente quelques observations sur certains dépôts ferrugineux du département de l'Yonne, qui lui paraissent avoir une même origine que les terrains sidérolithiques signalés par M. Levallois. Renfermés dans des fissures ou des poches plus ou moins profondes, ces dépôts ferrugineux se montrent principalement sur les plateaux de l'étage corallien inférieur et paraissent appartenir à l'époque tertiaire, sans qu'il soit possible cependant de préciser leur âge d'une manière bien positive. Plus ou moins riches en minerai de fer oolithique, ces dépôts présentent, sur certains points et notamment aux environs de Châtel-Censoir, une quantité considérable de radioles et de fragments d'oursins, de débris d'astéries, d'apiocrinites et de pentacrinites. Parmi les oursins se rencontrent les *Cidaris Drogiaca*, Cotteau, *C. florigemma*, Phill., *C. Blumenbachi*, Goldf., *C. cervicalis*, Ag., le *Diplocidaris gigantea*, Des., l'*Hemicidaris crenularis*, Ag., l'*Acrocidaris nobilis*, Ag., le *Glypticus hieroglyphicus*, Ag., le *Stomechinus lineatus*, Des. Ces espèces sont les mêmes que l'on rencontre dans la roche corallienne encaissante, et ne sont nullement roulées, bien que les argiles sablonneuses qui les renferment présentent tous les caractères d'un dépôt de transport.

Observations de M. Gruner.

Les minerais de fer en grains n'appartienne à une période géologique unique, ne caractérise ment un étage déterminé des terrains tertiair je me permettrai de combattre la suppressi terrain *sidérolithique* ou *pisolithique* que récla

S'il y a eu des sources ferrugineuses à tout des dépôts de minerais de fer à tous les niv ces dépôts revêt cependant un ensemble de car qui ne permettent pas de confondre les mine époque avec ceux d'une époque antérieure o

Les terrains anciens ont leurs minerais spé lés et spathiques; les terrains paléozoïques rouges, compactes ou granulaires; les terra les minerais en roche ou oolithiques, plus ou les terrains tertiaires, les hydroxydes concréti ou en rognons; enfin, l'époque quaternaire, l rieurs, tertiaires ou secondaires, plus ou moi

Mais les terrains tertiaires ne sont pas, à également riches en minerais *pisiformes;* s'il dans le miocène supérieur et jusque dans le pl dent surtout dans l'éocène supérieur et ne dé milieu de l'étage tongrien. Le minerai *éocène* d à bien des égards, de celui des étages supér minerai surtout que les géologues Suisses dés de Thurmann, sous le nom de terrain *sidérol* est caractérisé, tout à la fois, par sa *faune ou nière d'être* et *les substances minérales* divers pagnent.

SA FAUNE OU SON AGE. — Dans le Jura fra que vient de le rappeler M. Levallois, MM. Hébert ont montré que non-seulement le n mont, mais encore ceux de Delle, de Montb antérieurs aux dépôts marins ou lacustres d d'Alzey, appartenant à l'étage tongrien (1). partout, dans le Jura, *au-dessous* de la mollas custre de l'époque miocène.

(1) Mémoires du Dr Greppin sur le Jura Bernois. — de M. Benoit, dans le *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XII,

Vers la même époque, M. Gressly en 1847, M. le Dr Fraas en 1851, et MM. Delaharpe, Gaudin, Chavannes et Morlot, de Lausanne, en 1852 et 1853, ont découvert, dans ce même minerai, la faune des gypses de Montmartre. Le Dr Fraas a trouvé des ossements de *Palæotherium* et d'*Anoplotherium* dans le minerai des hauts plateaux de l'Albe (Jura allemand) (1); M. Gressly, les mêmes ossements à Oberbuchsitten, près de Soleure (2); et les savants Vaudois, des restes identiques, non roulés ni usés, dans le minerai en grains, remplissant les fentes du calcaire à *Caprotina ammonia*, du Moremont, au pied du Jura. Or ce minerai se prolonge au nord en couches régulières le long du Jura et passe, à Orbe, sous la mollasse miocène (3).

L'âge du minerai pisolithique est le même dans le centre de la France. Non-seulement dans la vallée de l'Aubois, comme l'a constaté M. Malinvaud, mais encore dans les autres parties du département du Cher (4), ainsi que dans ceux de l'Indre et de la Vienne, on voit partout le minerai en grains former un dépôt, plus ou moins continu, sous le grès ou le calcaire tertiaire de l'étage tongrien. Et lorsqu'on poursuit ces dépôts le long du plateau central, dans la Charente et la Dordogne, on constate que là aussi les gites *principaux* des minerais hydratés, en grains ou en rognons, appartiennent, à peu près tous, à la période de l'éocène supérieur.

Il en est ainsi, non-seulement des quelques gîtes de la Côte-d'Or, cités par M. Levallois, mais encore de certains dépôts du sud-ouest de la France et même du Jura allemand. D'après une communication privée de M. le Dr Fraas, plusieurs gîtes du Wurtemberg (Mosskirch, Salmendingen, etc.) renfermeraient des ossements de *Dinotherium*, *Mastodon angustidens*, *Rhinoceros incisivus*, etc., sans parler, bien entendu, des dépôts *remaniés*, caractérisés par les ossements de l'époque quaternaire. Mais ce sont pourtant là des cas relativement rares, et l'on peut bien dire que les minerais pisiformes se sont surtout déposés pendant les derniers temps de la période éocène, ainsi qu'à l'origine de la période miocène.

---

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. IX, p. 266 et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1853, p. 213.

(2) B. Studer, *Géologie de la Suisse*.

(3) *Bull. Soc. Vaudoise des sc. naturelles*, années 1852 et 1853 et *Paléontologie suisse* de M. Pictet, 1er cahier.

(4) Bertera et Boulanger, *Statistique minéralogique du Cher*.

Sa manière d'être. — Le minerai pisolithique se rencontre surtout à la surface ou dans l'intérieur des masses *calcaires* des terrains jurassiques et crétacés, tandis qu'il est rare ou manque même absolument, au moins sous la forme *pisolithique*, à la surface des terrains *anciens* et des formations *arénacées* paléozoïques ou modernes. Ainsi, il abonde dans le Jura proprement dit, et apparaît constamment dans les dépressions jurassiques ou crétacées de la Moselle, de la Haute-Saône, du Doubs, de la Haute-Marne, de la Côte-d'Or, du Cher, de l'Indre, de la Vienne, etc., et, par contre, fait défaut dans les concavités du plateau central, de la Bretagne et de la Vendée, et cela, même sur les points où les terrains anciens sont couverts de dépôts tertiaires (bassins du Puy, du Forez, de la Limagne, etc.).

Les minerais pisolithiques s'arrêtent à la limite des formations calcaires de l'époque secondaire, et n'envahissent même pas les dépôts tertiaires inférieurs de Paris et de Londres.

Vers la région nord des Vosges, les minerais en grains de la Moselle débordent pourtant les assises jurassiques; on les rencontre aussi à la surface du trias, mais ces dépôts sont peu importants et couvrent surtout le *Muschelkalk*, ainsi que le remarque M. Daubrée dans sa *Description géologique du Bas-Rhin ;* et ce fait avait déjà été constaté antérieurement par MM. de Dechen et Oeynhausen (1).

L'influence du calcaire se fait donc également sentir ici comme ailleurs.

Maintenant, dans ces masses calcaires, les minerais pisiformes affectent toujours un double mode de gisement. Ce sont ou bien des boyaux sinueux, des puits perdus et des cavités superficielles remplis de minerais et d'argiles bariolées, ou bien de vastes lentilles, et même des couches plus ou moins régulières, s'étendant au loin, à droite et à gauche des cavités en question, et couvrant alors, soit à la surface du sol, soit sous un manteau tertiaire miocène, des espaces souvent fort considérables. Dans le Jura proprement dit, ces dépôts occupent les vallées, dans les plaines de la France, les plateaux calcaires des terrains secondaires. Mais, dans les plaines, comme dans le Jura, les dépôts superficiels, aussi bien que les puits perdus, sont toujours alignés suivant des fentes ou des failles dont les parois sont fortement corrodées et çà et là profondé-

(1) *Explication de la Carte géologique de la France*, t. II, p. 35.

ment excavées. En France, la direction dominante me paraît être celle du méridien. On y reconnaît, comme le signalait déjà Al. Brongniart, l'action corrosive de sources thermales, amenant le fer à la surface du sol, à l'état de bicarbonate, selon toutes les probabilités. Or, c'est précisément cette origine *éruptive* ou *filonienne* qui imprime au dépôt sidérolithique un cachet spécial. Ce n'est pas un dépôt sédimentaire ordinaire, c'est un précipité chimique, qui a été entraîné à la surface du sol, pêle-mêle avec d'autres matières pulvérulentes insolubles. Mais doit-on, par ce motif, l'exclure de l'échelle des terrains, et ne le considérer que comme un accident qui a pu se reproduire à divers niveaux? Je ne le pense pas, car il caractérise, par son abondance et sa généralité, une époque bien déterminée, celle qui s'est écoulée depuis la période éocène paléothérienne jusque vers le milieu de celle de l'étage tongrien. Cette conclusion me paraît encore appuyée par la présence si constante de certaines substances minérales, qui ne se rencontrent nullement dans les minerais en roche d'un autre âge.

Substances étrangères associées au minerai en grains. — Habituellement les grains concrétionnés d'hydroxyde de fer sont enveloppés par une masse argileuse bariolée, jaune, rouge ou blanche. Mais cette gangue est loin d'être constante; elle varie avec la nature du sous-sol, avec les roches au travers desquelles furent creusés les puits perdus, les boyaux sinueux ou les cavités superficielles servant de réceptacles au minerai. Voici quelques faits observés. il y a vingt ans, dans mes courses géologiques de l'Indre, de la Vienne et des départements voisins. Là où le sous-sol est *calcaire* sur une grande profondeur, comme dans les parties nord de l'Indre et de la Vienne, on rencontre souvent, au lieu d'argile, une poudre farineuse, blanc de neige, sorte de craie parfaitement pure. Ce carbonate de chaux pulvérulent forme des veines ondulées verticales au travers de la masse de minerai. Ailleurs, la poudre blanche est argilo-calcaire, et alterne aussi avec le minerai sous forme de veines plus ou moins verticales. Cette manière d'être se voit, en particulier, aux environs de Mézières-en-Brenne, dans les cavités de la craie tufau.

Vers le sud des mêmes départements, sur la lisière du plateau central, où les assises jurassiques sont peu épaisses et de nature argileuse, le minerai de fer est, par contre, surtout *alumineux*. Il est associé à de l'hydrate d'alumine, à des argiles

réfractaires, à de véritables *halloysites*. Ailleurs
voisinage des grès infraliasiques, le minerai alter
sable quartzeux, parfaitement pur, que l'on exploi
verreries.

Et maintenant, tandis que dans le nord de l'In
Vienne on voit, comme dans le Cher, le minerai p
la masse du calcaire siliceux de la Beauce et mên
avec ses premiers bancs, on peut partout, vers le s
nage du plateau central, constater ce même miner
couverte de grès blanc, alumineux, éminemment
le *grison* du plateau de Montmorillon. Or, là aussi, l
de fer pénètrent dans les premières assises de ce gr
qui se rattache d'ailleurs sans interruption et p
insensibles au calcaire siliceux de l'étage tongrien

Les sources ferrugineuses se sont donc affaiblie
ment vers les premiers temps de la période tong
il semble que la silice et surtout l'acide carboniqu
tinué à jaillir. Ce dernier a dissout le calcaire,
cours, pour le redéposer sous forme de calcaire l
ceux; ou lorsqu'il n'a rencontré sur son chemin qu
et des schistes anciens, il a du moins attaqué les l
blanchi les roches ferrugineuses et entraîné à la
kaolin, de l'hydrate d'alumine et des argiles
Quant au bicarbonate de fer, qui a précédé l'acide
pur, il s'est surtout décomposé au contact du calc
bonate de chaux a été corrodé, et le fer précipit
peu concrétionné à l'état d'hydroxyde. De là l
dans les puits perdus et les cavités des calcaires

Or, les faits que je viens de relater ne sont
liers au centre de la France; ils sont connus, d
temps, dans le Jura suisse (1); ils ont été signalés pa
dans les Ardennes (2), par M. Jacquot dans la Mo
M. Favre aux environs de Genève, par MM. S. G
dans le Dauphiné (4), etc.

Partout, le terrain sidérolithique est caractérisé
tières minérales, *corrosives* ou *incrustantes*, venues
sous forme de sources, et amenant avec elles des

(1) B. Studer, *Géologie de la Suisse*.
(2) *Description géologique des Ardennes*.
(3) *Annales des Mines*, 4e série, t. XVI, p. 446.
(4) Lory, *Description géologique du Dauphiné*, t. I, p. 3

solubles, alumine, argiles ou sables, enlevées aux parois des conduits souterrains. Et partout aussi, à côté du minerai et des argiles bariolées, on exploite des argiles réfractaires, des sables pour verreries et, parfois même, de la chaux sulfatée.

Il y a là un ensemble de phénomènes et de substances qui rappelle les *arkoses;* mais, tandis que les *grès silicifiés* se rencontrent à des niveaux très-divers et se montrent partout où les grès reposent directement sur le granite, le *terrain sidérolithique*, dû à des causes analogues, est beaucoup plus circonscrit dans le temps. Son dépôt commence avec la faune paléothérienne de l'éocène supérieur, et ne remonte guère au delà du milieu de l'étage tongrien. Le terme de *terrain sidérolithique* correspond, par suite, à un ensemble de phénomènes nettement définis, et me semble, par ce motif, devoir être conservé pour désigner ce dépôt si spécial de minerais et d'argiles bariolées, que l'on rencontre si souvent, le long des lignes de dislocation, entre les bancs calcaires secondaires et les terrains tertiaires du miocène inférieur.

M. Gruner fait la communication suivante :

Note sur les traces d'anciens glaciers au Mont-Dore (Auvergne), par M. L. Gruner.

M. Delanoue, le 17 février 1868 (1), et M. Marcou, le 10 janvier 1870 (2), ont fait connaître à la Société géologique des traces de l'époque glaciaire dans le massif du Mont-Dore en Auvergne. M. Delanoue mentionne une moraine, au Salon de Mirabeau, sur la rive gauche de la Dordogne, entre les bains du Mont-Dore et ceux de la Bourboule, et M. Marcou signale une seconde moraine, formée de blocs granitiques, du volume de 4 à 6 mètres cubes, entre Tauves et Bort, et reconnaît de la boue glaciaire (glaise) sur le plateau de la commune de Lanobre, avec des cailloux basaltiques striés. Il y constate spécialement l'absence de roches volcaniques proprement dites, et ajoute qu'entre le Mont-Dore et Clermont, il n'y a pas trace

(1) *Bull.*, 2e série, t. XXV, p. 402.
(2) *Bull.*, 2e série, t. XXVII, p. 361.

d'anciens glaciers dans le district des volcans modernes, d'où il conclut naturellement que les volcans sont postérieurs à la période glaciaire. M. Marcou ajoute que dans la vallée même des Bains du Mont-Dore il n'a pu retrouver de véritables moraines, mais qu'il n'y est pas resté assez longtemps pour pouvoir se prononcer à cet égard d'une façon positive.

Ayant été obligé de passer trois semaines au Mont-Dore, en juillet 1870, la question des glaciers a dû nécessairement me préoccuper aussi.

La vallée du Mont-Dore, partant du pied même du Sancy, point le plus élevé de la contrée, a dû être envahie plus que toute autre par les glaces, si réellement des glaciers ont jadis couvert certaines parties du plateau central, et cette conclusion est d'autant plus naturelle que l'altitude moyenne de la vallée est de plus de 1,000 mètres, et qu'aujourd'hui encore, on retrouve chaque année, même en juillet, des plaques de vieille neige à l'origine de la vallée, dans la gorge d'Enfer, au pied nord du Sancy.

J'ai donc parcouru la vallée dans tous les sens et exploré ses abords. Or les flancs de la vallée sont partout abrupts, les escarpements trachytiques et basaltiques fréquents; les moraines, s'il y a réellement eu un glacier dans cette vallée, n'ont pu se maintenir lors de son retrait. Au moment de la fusion des glaces, les moraines latérales ont dû glisser au fond de la vallée, et les éléments dont elles se composaient s'y confondre avec les débris roulés du torrent grossi de la Dordogne. Cette circonstance explique le résultat négatif des recherches de M. Marcou.

Un point cependant offrait des circonstances plus favorables pour la conservation des moraines, et sur ce point je crois pouvoir en signaler quelques restes d'une façon positive.

Le vallon du Mont-Dore se dirige d'abord du sud au nord depuis son origine, le pied du Sancy, jusqu'à 2 ou 3 kilomètres en aval des Bains. Là il rencontre, à angle droit, une vallée est-ouest dont les bords sont moins abrupts. Dès lors, la Dordogne coule à l'ouest, vers les bains de la Bourboule, tandis que la branche opposée du même vallon remonte à l'est par la cascade du Quéreuilh, vers le Puy-Corde, au-dessus du lac de Guéry, et les pics phonolithiques des roches Tuillière et Sanadoire. Or, dans l'angle formé par les deux vallons, les glaciers du Sancy et du Puy-Corde devaient se rencontrer et les moraines latérales se réunir en moraine médiane, en lais-

sant toutefois, à leur point de jonction, de nombreux débris dont on retrouve encore les derniers témoins sur le promontoire saillant qui sépare les deux vallées.

La route directe du Mont-Dore à Clermont passe par là, et a entamé la moraine dans l'angle en question; le chemin monte d'abord, depuis le bourg, le long du flanc droit de la vallée nord-sud, puis tourne à l'est, dans la direction de la cascade du Quéreuilh, et c'est au tournant même de la route, sur le promontoire, que l'on peut constater les restes de la jonction des deux moraines latérales, dont l'une est venue du Sancy au sud, et l'autre du Puy-Corde à l'est. La moraine a été entamée par la route sur une centaine de mètres de longueur. C'est un amas confus de sable argileux, contenant de gros blocs, imparfaitement arrondis, de trachyte et de basalte.

Ce n'est pas l'eau qui a pu charrier cet amas sur ce point, car il est situé à l'extrémité d'un promontoire étroit, à 140 mètres au-dessus du fond des deux vallées et sur un talus dont l'inclinaison atteint 40 degrés. Il n'y a d'ailleurs aucune analogie entre cet amas confus, d'apparence morainique, et les bancs de galets roulés par les eaux. Ce n'est pas davantage un simple *éboulis*. Le flanc de la vallée est couronné, dans toute son étendue, par une coulée trachytique colonnaire de 30 à 40 mètres d'épaisseur. Cette coulée forme l'escarpement par-dessus lequel se jette la *Grande Cascade* de la Dogne, bien connue de tous les touristes et baigneurs qui visitent le Mont-Dore. Au-dessous vient un tuf blanc, trachytique, fin, de 50 mètres de puissance, puis une coulée de basalte, dont l'épaisseur varie de 2 à 10 mètres; au-dessous enfin, un nouveau tuf pareil au premier. Or, le dépôt morainique dont je parle est *au-dessus* de la coulée basaltique. Celle-ci est coupée en écharpe par la route avant d'arriver au promontoire sur lequel se voit l'amas sableux, à fragments de basalte et de trachyte. Les blocs basaltiques ne sauraient provenir, par voie d'éboulement, de la coulée située au-dessous. De plus, en montant de ce dépôt vers le pied de l'escarpement trachytique, on atteint presque aussitôt un épais éboulis de fragments trachytiques, tous anguleux, et dont plusieurs couvrent le haut du dépôt morainique. Cet éboulis diffère, à tous égards, du dépôt sous-jacent, et ne renferme surtout ni sable argileux, ni blocs de basalte.

L'amas inférieur d'apparence morainique ne s'explique réellement que par la présence d'un double glacier, remplissant les deux vallées nord-sud et est-ouest dont j'ai parlé. D'après

l'altitude comparée du fond de ces deux vallées et du promontoire qui supporte la moraine, l'épaisseur du glacier a dû atteindre 140 à 150 mètres. Une pareille masse sur ce point, non loin de l'origine des deux branches, n'aurait au reste rien d'extraordinaire, si le glacier s'est étendu, en effet, en aval, le long de la Dordogne, jusqu'auprès de Bort, ainsi que l'a constaté M. Marcou.

Quant à l'âge relatif des volcans modernes et des glaciers, mes observations s'accordent entièrement avec celles de M. Marcou. La moraine que je viens de faire connaître ne renferme ni laves, ni bombes volcaniques, ni lapillis d'aucune sorte, et cela est d'autant plus frappant que des bombes et des lapillis existent sur divers points de la vallée du Mont-Dore. On en voit sur le flanc droit du vallon nord-sud, entre la Grande-Cascade et le Sancy. Les lapillis scoriacés couvrent le haut du flanc de la vallée, auprès d'un grand éboulement qui part de l'arête supérieure du plateau trachytique. Ces lapillis, placés bien au-dessus du niveau du glacier, auraient, en partie, roulé jusque sur la moraine, si leur éjection avait précédé la période glaciaire. Les mêmes lapillis, mêlés de grandes bombes volcaniques, se voient aussi au delà du promontoire où se trouve l'amas morainique dont j'ai parlé. En poursuivant la route de Clermont, au delà de ce promontoire, on voit, à moins de mille mètres et presque en face de la cascade du Quéreuilh, le flanc de la vallée tout couvert par des lapillis incohérents, que les tranchées de la route ont plus ou moins entamés. Rien de plus frappant que le contraste entre ces deux tranchées voisines, l'une pratiquée dans un dépôt morainique, l'autre dans une simple nappe de lapillis déversés par éjection souterraine sur le flanc raide de la vallée.

Le Secrétaire analyse la note suivante de M. Coquand :

Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes, par M. H. Coquand.

J'ai constamment soutenu l'opinion que la Provence possédait un ou plusieurs des termes du jurassique supérieur dans les 200 mètres de dolomies et de calcaires blancs à *Diceras* qui se développent au-dessus des assises argoviennes à *Ammonites*

tenuilobatus, et que recouvre directement la formation néocomienne, que celle-ci débute soit par les couches de Berrias, comme à Berrias et dans les environs de Ganges, soit par les couches à *Natica Leviathan*, comme dans les environs de Nice et de Marseille, soit enfin par le néocomien de Hauterive, comme à Coursegoules, à la base de la chaîne du Cheiron, dans les Alpes-Maritimes.

« M. Coquand, est-il écrit dans le *Bulletin* (2me série, tome XXIV, p. 371), était *complétement* dans l'erreur, lorsqu'il rapportait aux étages corallien, kimméridgien et portlandien les calcaires blancs que ses prédécesseurs avaient raison de rattacher à l'horizon de la *Chama ammonia*. »

Il s'agissait précisément des calcaires à *Diceras Luci*, du vallon de la Cloche, près de Marseille, que l'auteur du passage cité est forcé de reconnaître aujourd'hui comme inférieurs au valenginien, et de paralléliser, comme je l'ai toujours professé, avec ceux du Mont-Salève, de la Séranne (Hérault) et de Rougon (Basses-Alpes) : ce qui entraîne forcément le déclassement des calcaires blancs de Rians, d'Escragnolles, des environs de Grasse, d'Antibes et de Nice, proclamés à leur tour urgoniens, tandis qu'ils ne sont autre chose que la continuation non-interrompue du Klippenkalk du Gard et des Bouches-du-Rhône, et, par conséquent, des coralliens d'Oyonnax, du Mont-Salève et de Wimmis, ainsi que cela va être établi.

Si je rappelle, en ce lieu, les réclamations que la position assignée aux calcaires blancs à *Diceras* a soulevées contre mon interprétation, ce n'est nullement dans le but de préconiser mes propres idées au détriment des idées contraires, mais bien pour poser la question sur son véritable terrain, et ne point laisser s'accréditer l'opinion que, parce que dans un calcaire et dans des dolomies incontestablement supérieurs au jurassique moyen, les fossiles font défaut, ou qu'on a pu se tromper sur la signification de ceux qu'on est parvenu à y recueillir, on doit se refuser à trouver dans ces masses l'équivalent du jurassique supérieur, et que, par voie de conséquence, il faut admettre que les terrains jurassiques étaient émergés en Provence, à l'époque où se déposait ailleurs l'étage kimméridgien. Les données stratigraphiques étaient là pour donner un démenti péremptoire à cette conclusion.

La question a marché depuis, et ce n'est pas sans une grande satisfaction que je vois mon contradicteur, le plus constant et le plus autorisé (*Bull.*, tome XXVI, p. 588), reconnaître, avec

moi, que les calcaires blancs du bois de Mounier, de Gang et de Rougon, qu'il ne connaît que par les fossiles qui lui ont été communiqués, et il aurait dû ajouter, les calcair blancs du vallon de la Cloche qu'il a étudiés sur place et q contiennent les mêmes fossiles et occupent la même positio que ces divers calcaires doivent être rangés sur la même lig que les calcaires coralliens du Mont-Salève, les calcaires *Diceras* d'Inwald et de Wimmis. Il ne s'agira plus, par consé quent, que de s'occuper du niveau que tous ces calcaires oc cupent dans l'échelle de la série jurassique, et c'est là justemen l'objet spécial de cette étude.

Dans notre mémoire sur les environs de Ganges, M. Bouti et moi nous nous sommes occupés de la place tenue par l Klippenkalk, et en présence du *Cardium corallinum* et d'autre fossiles communs, nous avons admis qu'il correspondait a corallien séquanien d'Angoulins près la Rochelle, et à celu de Tonnerre. On nous avait bien présenté, il est vrai, l'*Ammonites Lallierianus*, recueillie par des cantonniers, mais nou n'avons point osé tirer de la présence de cette espèce des conséquences immédiates, dans la crainte de nous tromper et de préjuger la question. Quant aux Ammonites que MM. Gauthier et Le Mesle ont rapportées des calcaires lithographiques d'Escragnolles, et parmi lesquelles figure une espèce globuleuse que MM. Pictet, de Mercey et d'autres géologues qui ont eu l'occasion de l'examiner, n'ont pu distinguer de l'*Am. Grovesanus*, il convient de dire qu'il reste des doutes sur la place précise qu'elle occupe, car, dans une course récente que je viens de faire entre Coursegoules et la mer, c'est-à-dire dans le prolongement même des montagnes d'Escragnolles, je n'a observé des calcaires lithographiques qu'au-dessous des dolomies qui supportent les calcaires blancs à *Diceras* par lesquel la formation jurassique se termine, en s'enfonçant au-dessous du terrain néocomien.

Il était donc indispensable d'être renseigné d'une manière plus positive avant de formuler un jugement définitif, car le procès intéressait non-seulement la géologie provençale, mais encore la géologie générale, et entraînait la question du Mont-Salève, de Wimmis, d'Inwald, ainsi que celle du Stramberg. J'ai compris que je n'avais qu'à prendre pour avocat le terrain lui-même, et je me suis remis franchement à l'étude du Klippenkalk, non plus dans les alentours de Marseille, où je n'avais plus d'archives à consulter, mais bien dans les départements

du Var et des Alpes-Maritimes, c'est-à-dire dans les montagnes qui s'étendent de Toulon jusqu'au delà de Menton.

J'étais poussé vers ces régions par la dénonciation d'une faune virgulienne, qui, d'après d'Orbigny, se trouvait représentée entre Grasse et Valbonne. Nous relevons en effet dans le *Prodrôme*, *Pholadomya rugosa*, *Ceromya excentrica*, *Rhynchonella inconstans*, avec la mention, comme gisement, de Valbonne. La quatrième indication porte sur l'*Ostrea virgula*, que l'auteur a recueillie entre Brignolles et Cuers.

Mes études sur les calcaires blancs m'avaient amené, à plusieurs reprises, dans la région littorale du Var et des Alpes-Maritimes. Je désirais m'assurer si les calcaires blancs qui prennent une si formidable extension entre Castellanne et Menton, au pied de la chaîne néocomienne du Cheiron, faisaient réellement partie de l'urgonien, ainsi que cela avait été si opiniâtrement affirmé, et, dans tous les cas, de quelle manière ils se comportaient par rapport au terrain crétacé. J'avais surtout à cœur d'éclaircir la question stratigraphique entre deux points extrêmes où se montraient les calcaires blancs, et dont l'un se fermait dans les Grandes-Alpes au-dessus de Menton, et l'autre dans le massif des Cévennes. Je trouvais, en outre, l'occasion de contrôler mes propres observations sur l'équivalence du calcaire à *Requienia ammonia* et des assises à *Scaphites Ivanii*. Or, comme suivant l'opinion des géologues qui font urgoniens les calcaires blancs, les environs de Nice posséderaient à la fois, et superposés l'un à l'autre, l'urgonien et le barrémien; le lieu était bien choisi pour saisir leur superposition relative, si le fait avancé était vrai.

Je n'ai pas besoin de rappeler que, suivant moi, les calcaires à *Scaphites Ivanii* (faciès barrémien), les calcaires à *Requienia ammonia* (faciès urgonien), et les argiles ostréennes (faciès argileux) sont trois types d'un même étage, donc synchroniques. Je ne sache pas que, jusqu'ici, on soit parvenu à constater la superposition de l'urgonien au barrémien et celle du barrémien aux argiles ostréennes. Or, cette exclusion serait vraiment inexplicable, si ces trois faciès se référaient à trois étages successifs, lorsque, en Europe et en Afrique, où le terrain crétacé inférieur se montre au complet, on voit le néocomien d'Hauterive recouvert directement soit par l'urgonien, soit par le barrémien, soit par les argiles ostréennes, mais de telle manière que la présence de l'un de ces trois faciès sur un point est toujours la proscription des deux autres sur ce même point

Les géologues qui considèrent les argiles ostréennes, le barrémien et l'urgonien comme trois étages superposés, sont forcés d'admettre que, pendant que les argiles ostréennes se déposaient dans l'Yonne et dans l'Aube, le terrain néocomien était émergé en Provence; que, pendant que le barrémien se déposait dans les Basses-Alpes, le terrain néocomien était émergé dans l'Yonne, dans l'Aube et dans les Bouches-du-Rhône ; enfin, que, pendant que l'urgonien se déposait dans les Bouches-du-Rhône, le terrain néocomien était émergé dans les Basses-Alpes.

Disons tout de suite, pour ne plus y revenir, que les calcaires blancs d'Escragnolles, de Grasse, d'Antibes, de Nice et de Menton, qualifiés d'urgoniens, sont tout simplement les calcaires jurassiques à *Diceras Luci;* que le barrémien à céphalopodes à tours déroulés des environs de Nice, formé d'un calcaire glauconieux, repose directement sur le terrain néocomien à *Ammonites Astierianus*, formé d'un calcaire oolithique ferrugineux, sans qu'on puisse observer entre eux aucun passage minéralogique ni aucun mélange de fossiles. Les marnes d'Hauterive s'appuient, à leur tour, sur les calcaires à *Natica Leviathan*, que l'identité du grain peut faire confondre avec le calcaire jurassique à *Diceras*, qui lui est inférieur.

Au-dessus du barrémien se montre l'aptien supérieur, mais jamais le calcaire à *Requienia ammonia*, ce qui doit être, puisque ces deux termes, étant contemporains l'un de l'autre, s'excluent mutuellement. Aussi M. Gény, qui connaît si bien sa géologie niçarde, tout en inscrivant, à l'exemple de d'Orbigny (*Géolog. Mag.*, 1869, vol. VI), le barrémien sous la rubrique d'urgonien, se garde bien d'y signaler la présence des *Requienia*, et sa collection n'en possède pas le moindre vestige. Par contre, les *Ancyloceras* y foisonnent.

Je dois ajouter que j'ai procédé à nouveau à l'exploration des communes du Revest et de Solliès-Toucas, pour y vérifier la position des calcaires blancs au-dessus des dolomies de Saint Hubert. J'étais accompagné dans cette excursion par un de mes anciens disciples, M. Salles, qui s'occupe exclusivement de stratigraphie. Or, je puis affirmer que, à partir de l'ermitage ruiné de Saint-Hubert jusqu'au delà du Revest et dans le territoire d'Ollioules, en passant par la Mort-de-Garnier, la Pouraque, les carrières de Tourris, le quartier des Oliviers, on ne quitte pas un seul instant les calcaires jurassiques à *Diceras* ou les dolomies qui leur servent de piédestal. Au Revest, on

peut s'assurer, de la manière la moins équivoque, en escaladant les abruptes qui constituent le revêtement oriental du cap Gros, que les calcaires à *Requienia ammonia* qui forment le sommet, mais seulement le sommet de la montagne, sont séparés des calcaires blancs jurassiques qui en forment la base et auxquels appartiennent les calcaires des divers gisements que je viens de nommer, par l'épaisseur du terrain néocomien, exactement comme dans le vallon de la Cloche, dans le massif de la Sainte-Baume, dans l'Hérault et dans l'Ardèche. Cela saute aux yeux.

Si le sommet de la montagne de Coudon est formé par les calcaires à *Requienia ammonia*, sa base se rattache incontestablement aux calcaires jurassiques de Tourris, de la Pouraque et de la Mort-de-Garnier, dont elle n'est, en réalité, que la suite non interrompue. Le sommet de Coudon est la sentinelle la plus orientale de l'urgonien, que je connaisse dans la Basse-Provence ; il ne m'a pas été possible d'en découvrir des représentants entre Toulon et Menton. J'avais donc raison, dans un autre travail, d'avancer qu'il convenait d'attribuer à la formation jurassique les quatre cinquièmes, au moins, des calcaires que l'on avait attribués, à tort, au terrain à *Requienia ammonia*.

Revenons à notre sujet principal, dont les détails qui précèdent feront mieux ressortir l'importance. Biot est distant de six kilomètres d'Antibes. La route qui de ce bourg conduit à Grasse s'affranchit, un peu au delà de la chapelle de Notre-Dame, de la formation nummulitique, et on pose le pied sur des calcaires blancs qu'au premier coup d'œil on serait tenté de prendre pour du calcaire à *Requienia*. On remarque sur les surfaces frustes quelques traces de fossiles, dont on ne peut que déterminer les genres (*Diceras*, Nérinées, *Acrocidaris*, Polypiers). Ces calcaires vous conduisent, sans solution de continuité, soit dans les montagnes qui dominent Grasse, c'est-à-dire sous Escragnolles, soit au-dessus de Menton, et partout on les voit passer sous la formation néocomienne, sans hésitation et sans la moindre liaison. Ainsi, dans la partie des Alpes-Maritimes que nous étudions, pas plus que dans le Var et dans les Bouches-du-Rhône, on ne saurait confondre ces calcaires blancs, quelque date qu'on leur assigne, avec le calcaire à *Requienia*.

De l'oratoire de Notre-Dame au quartier des Soullières, la distance est de trois kilomètres environ, et la route qui y conduit présente une pente assez raide. Aussi ne tarde-t-elle pas à entamer la base sur laquelle sont assis les calcaires à *Diceras*;

or, cette base consiste en des dolomies grisâtres, vacuolaires, très-cristallines et friables, et reproduisant exactement les caractères de celles de Saint-Hubert, leurs contemporaines d'ailleurs. Elles occupent tout le fond du vallon, au centre duquel est bâtie la campagne Cavasse, et ce n'est qu'en remontant les coteaux montagneux qui se dressent au-dessus, dans les quartiers de Puymontard, du bois de la Garde, du Clos, du Colombier, que l'on retrouve les calcaires blancs.

Les dolomies sont donc réellement inférieures à ces derniers, et vers les points de contact, on remarque de fréquents passages d'une roche à l'autre. Dans les environs de Nice et de Saint-Paul, et entre Vence et Coursegoules, les deux étages sont liés par des alternances ou par des remplacements réciproques, de sorte que leur séparation devient difficile à opérer. Le fait de prédominance d'un des deux éléments n'a d'ailleurs qu'une importance secondaire dans la question qui nous occupe.

Entre la campagne Cavasse et la ferme des Lamberts, sur le chemin même, les dolomies se montrent fossilifères et fournissent un assez bon contingent de *Rhynchonella inconstans* et d'*Apiocrinus Munsterianus* ou *Roissyanus*.

A s'en rapporter aux indications purement stratigraphiques, on voit que, si on admet, avec nous, que les calcaires blancs sont au niveau du corallien d'Angoulins, près la Rochelle, les dolomies représenteraient quelque chose d'un peu plus inférieur, le corallien des Anglais ou le terrain à chailles de Besançon, puisque, dans les Bouches-du-Rhône et dans l'Hérault, nous voyons un argovien fossilifère se développer au-dessous de ces mêmes dolomies.

Un petit vallon, étranglé et sans eau, connu sous le nom de Vallon des Seuves, débouche du vallon des Soullières dans la rivière de la Brague, et ne tarde pas à s'affranchir des dolomies pour entamer un système de roches composées d'un calcaire grisâtre compacte, dont certains bancs barrent le lit sous forme de gradins étagés. Sous un de ces gradins on observe un paquet de calcaires marneux, avec un banc d'argile subordonné, et dans lequel on recueille des *Pinnigena* de grande taille, des *Ceromya*, des *Pholadomya*, des *Rhynchonella*, des *Terebratula*, des *Lima*, des *Pecten*, en un mot, des coquilles qui, par les genres auxquels elles appartiennent et par leur forme générale, rappellent le virgulien du Jura. Sur le point que nous citons, le champ des recherches est fort limité, à cause de la verticalité

des berges au fond desquelles affleure la couche fossilifère. Les sentiers que l'on est obligé de prendre pour sortir de cette espèce de prison vous ramènent au milieu des dolomies, sans qu'il soit possible d'examiner à nu les roches intermédiaires.

Mais une station plus abordable et la plus riche en fossiles est, sans contredit, celle que l'on rencontre entre Valbonne et Biot, à quatre kilomètres de ce dernier bourg, précisément sur la rive droite de la Brague, en face du barrage de la campagne de Marcellin Lambert, dans le quartier du Grand Devens. Sur ce point, les assises marneuses se montrent à découvert sur une assez grande surface, et on peut y faire une ample moisson de fossiles, surtout d'*Ostrea* et de *Ceromya*. Un peu au-dessous des bancs fossilifères, et presque au niveau de la rivière, il existe une veine de charbon, de vingt centimètres de puissance, dans laquelle on a pratiqué une fouille. Les assises argileuses prennent un développement très-considérable dans le quartier de la Clausonne de Valbonne, où elles sont l'objet d'une active exploitation pour la fabrication de poteries très-estimées. On y retrouve la veine de charbon de la Brague, ainsi que la *Pholadomya* et la *Ceromya* rapportées par d'Orbigny, la première à la *P. rugosa* et la seconde à la *C. excentrica*. Les dolomies reparaissent au-dessus des carrières.

C'est à la suite d'une première excursion dans la commune de Valbonne et de la découverte des *Pinnigena*, des *Pholadomya* et des *Ceromya*, que je fis part à la Société de l'existence du kimméridgien virgulien dans les environs d'Antibes, sans me préoccuper de l'échec que recevait mon opinion si franchement formulée sur la date des calcaires à *Diceras*. En effet, si les argiles de Valbonne et de Biot étaient virguliennes, comme elles sont incontestablement placées au-dessous des calcaires blancs, ceux-ci ne pouvaient plus être assimilés aux coralliens d'Angoulins ou de Tonnerre, et, dans ce cas, il convenait de leur chercher un équivalent dans un des divers niveaux corallifères que M. Contejean a signalés dans le virgulien et même au-dessus du virgulien, dans les environs de Montbéliard; mais, comme d'un autre côté, les calcaires argileux que M. Hébert avait rapportés au kellovien, occupaient, au-dessous des dolomies de Saint-Hubert, la même position et renfermaient les mêmes Pholadomyes et les mêmes Céromyes que dans les environs d'Antibes, la question devenait grosse de complications, comme on le voit.

M. Ed. Favre, à son tour (*Rev. des Trav. relatifs à la Géol. et*

à la Pal. de la Suisse, 1869), reproduisait, postérieurement à ma première excursion à Biot, la coupe de Wimmis, où, au-dessous du calcaire blanc à *Nerinea Staszycii*, *N. Moreana*, *N. Bruntrutana*, *N. nodosa*, *N. Sequana*, *N. Salevensis*, *Cardium corallinum*, etc., il mentionnait des calcaires schisteux noirs avec *Pholadomya Protei*, *Ceromya excentrica*, *C. obovata*, *Mytilus subpectinatus*, *M. Jurensis*, *M. subæquiplicatus*, *Hinnites inæquistriatus*, *Rhynchonella trilobata*, espèces toutes kimméridgiennes, à l'exception de la dernière, que d'Orbigny considère comme oxfordienne. Si la détermination de cette faune est exacte, une aune virgulienne se trouverait logée, à Wimmis, au-dessous des calcaires coralliens à *Diceras*. Mais telle n'est pas l'opinion de M. Renevier, qui pense que ceux-ci ne sont pas plus récents que la base du jurassique supérieur, et, en ce point, il est du même sentiment que moi pour le Klippenkalk du midi de la France; il proclame que le soi-disant kimméridgien des Alpes Vaudoises n'appartient pas au jurassique supérieur, mais bien au groupe oxfordien, si même le calcaire foncé à *Mytilus* n'est pas encore plus ancien.

En présence de ces divergences d'opinions et du langage corallo-séquanien tenu si nettement par la faune du Klippenkalk partout où il a été signalé, il devenait important d'examiner les choses de plus près, et j'ai pris la résolution de retourner à Biot, où, pendant onze jours consécutifs, je me suis livré à la recherche des fossiles et des faits stratigraphiques qui pouvaient éclairer la question. Cette nouvelle étude ne m'a rien appris de nouveau sur la succession des masses ; seulement elle m'a mis en possession de matériaux plus nombreux, mais dont la détermination rigoureuse est fort délicate, les couches qui contiennent les fossiles étant de nature argileuse, et ces derniers appartenant aux mêmes genres que ceux que l'on recueille dans la grande oolithe, l'oxfordien et le kimméridgien, lorsque ces étages possèdent le faciès marneux. Nous devons, en conséquence, nous livrer à un examen comparatif des espèces qui peuvent donner lieu à des confusions et dont l'interprétation inexacte serait de nature à entraîner une classification erronée du terrain.

1. *Pinnigena*. — J'en possède deux exemplaires de grande taille, dont les ornements de la surface des valves ne sont point visibles. Ils peuvent être rapportés ou à la *P. Saussurei*, ou au *Trichites nodosus*, Lyc. et Morr., de l'étage bathonien. Biot, a Brague, en fragments à Saint-Hubert.

2. *Ceromya.* — Exemplaire conforme à la variété jeune de la *C. plicata*, Lyc. et Morr., pl. X, fig. 2, avec stries fines, plissées en forme de V vers le sinus de la région anale. Étage bathonien en Angleterre, Saint-Hubert, Biot, la Brague.

3. *Ceromya.* — Exemplaire ressemblant à la *C. Symondsi*, [illegible], et Morr., pl. X, fig. 4, mais un peu moins renflée. La [illegible]gue.

[illegible] *Ceromya.* — Espèce nouvelle, renflée, courte, à stries [illegible]gues, divergentes, partant du sommet et aboutissant à la [illegible]hérie. MM. Terquem et Jourdy indiquent dans le bathonien [illegible]upérieur de la Meuse une *C. inversa* qui ne nous est pas con[illegible] Saint-Hubert.

5. [illegible]*romya.* — [illegible]emplaires qui ont beaucoup de ressemblanc[illegible]vec ce[illegible]es variétés de la *C. excentrica* figurées par Agassi[illegible] Faudr[illegible]il y voir des variétés de la *C. plicata*, avec stries [illegible] fine[illegible]MM. Terquem et Jourdy citent une *C. parallela* dans [illegible]ba[illegible]nien de la Meuse. Valbonne, Pont de la Siagne, la Bragu[illegible]

6. *Cero*[illegible] — Individu de Saint-Hubert qui ne peut être distingué d[illegible]*C. excentrica.*

7. *Pho*[illegible] — Voisine de la *P. rugosa*, mais plus renflée. D'Orbig[illegible]ite ce[illegible]espèce à Valbonne; mais les exemplaires que no[illegible]avons re[illegible]illis se rapprochent de la *P. Varusensis*, espèce [illegible]honienne d[illegible]oquevignon, près de Grasse. Les individus [illegible]es de cette d[illegible]nière espèce se rapprochent beaucoup de la [illegible]*rugosa*. La Bra[illegible]e, Valbonne, Pont de la Siagne, Roque[illegible]on.

8. [illegible]*holadomya.* — M. [illegible]ébert cite à Saint-Hubert la *P. carinata* [illegible]ldf., et c'est [illegible]près l'autorité de ce fossile seul qu'il range[illegible] le kell[illegible] les calcaires marneux placés entre les couches à [illegible]*ata flabellum* et les dolomies de Saint-Hubert.

J'ai recueilli à Saint-Hubert un nombre assez considérable de Pholadomyes qui se répartissent en deux espèces distinctes, mais dont aucune ne correspond aux types de la *P. carinata* donnés par Goldfuss et Agassiz.

La première espèce, que je désignerai par la lettre A, est courte, triangulaire, coupée verticalement sur la région antérieure; elle possède huit côtes tuberculeuses, dont les sept premières sont contiguës et la dernière un peu plus distante; la première côte est tranchante et donne à la coquille la forme carénée. La *P. carinata* ne possède que six côtes très-espacées; elle est allongée et n'est pas coupée carrément. La *Pholadomya* A

existe, à Saint-Hubert, à la fois dans les calcaires à *Terebratul flabellum* et dans les calcaires marneux inférieurs aux dolomie

9. *Pholadomya.* — La deuxième espèce, que nous indiqu rons par B, est de grande taille, de forme triangulair courte, coupée carrément sur le côté antérieur; elle possèd six côtes, dont la première est rugueuse et les cinq autr aiguës et tranchantes; les quatre premières sont contiguës, l dernière est écartée. Les exemplaires déformés rappellent l *P. Protei.* La Brague.

Si les individus recueillis par M. Hébert appartiennent réel lement à la *P. carinata*, ce dont je doute, je ferai remarqu que cette espèce est citée dans le kellovien et dans le jurassiq inférieur.

M. Matheron est d'accord avec moi pour la distinction com plète de ces Pholadomyes.

10. *Ostrea.* — Ressemblant à l'*O. obscura*, mais de taille peu plus grande. La Brague, Soullières, Saint-Hubert avec *Pholadomya* A.

11. *Ostrea.* — Espèce voisine de l'*O. multiformis*, Koch. l Brague.

12. *Ostrea.* — Identique à l'*O. subrugulosa*, Lyc. et Morr. mais de taille plus petite. La Brague.

13. *Ostrea.* — Se rapportant exactement à l'*O. rugosa*, Goldf., que Lycett et Morris font bathonienne. La Brague, Soullières

14. *Ostrea.* — Offrant la plus grande ressemblance avec l'*O sandalina*, à laquelle nous l'attribuerions sans hésiter, si l question n'était pas si délicate. Exemplaires très-abondants libres ou formant lumachelle. La Brague, Soullières.

15. *Ostrea.* — Nombreux exemplaires se rapportant à l fig. 5, pl. I, de Lycett et Morris, désignée par le nom d'*O costata*, variété. La Brague.

16. *Ostrea.* — Exemplaires identiques à la fig. 2, pl. I, d Lycett et Morris, désignée par le nom d'*O. gregaria.*

17. *Exogyra.* — Espèce voisine de l'*auriformis*, telle qu'el est figurée dans Goldfuss et dans Lycett et Morris. Cette espè est considérée comme bathonienne, oxfordienne et kimméri gienne.

18. *Exogyra.* — Individus déformés et portant des stries s la valve inférieure, comme l'*O. virgula;* se rapporteraient-ils de jeunes individus de l'*O. subrugulosa*, Lycett et Morris, q orte également des stries? La Brague.

19. *Ostrea.* — Identique à l'*O. costata* de la pl. XXXIV, fig. 3, Lycett et Morris. La Brague.

20. *Ostrea Wiltonensis*, Lycett. — A la partie supérieure des calcaires à *Terebratula flabellum*, donc à la base des calcaires marneux à *Ceromya*. Saint-Hubert.

21. *Pecten Michielensis*, Buvig. (Lyc. et Morr., pl. XXXIII, fig. 3.) — La Brague.

22. *Pecten retiferus*, Lyc. et Morr., pl. I, fig. 15. — Cette espèce me paraît être la même que le *P. Coquandanus*, d'Orb., recueilli par moi (1830) entre Antibes et Valbonne, et rapporté à tort au terrain néocomien.

23. *Lima cardiiformis*, Lyc. et Morr. — La Brague, Soullières.

24. *Lima impressa*, Lyc. et Morr. — La Brague, Soullières.

25. *Mytilus.* — Espèce qu'il est aussi facile de rapporter au *M. subpectinatus* du kimméridgien qu'au *M. asper* ou *furcatus* du bathonien. La Brague.

26. *Terebratula.* — Ressemblant beaucoup à la *T. subsella* jeune, mais plus plate et à sillons terminaux moins prononcés. De cette forme à celle de certaines variétés de térébratules lisses, telles que *T. maxillata* et *intermedia*, il n'y a pas loin. La Brague.

27. *Rhynchonella Morrieri*, Davidson. — La Brague.

28. *Rhynchonella concinna.* — La Brague.

29. *Anabatia orbulites*, d'Orb. — Identique en tous points avec les exemplaires recueillis dans le bathonien de Bandol avec la *Terebratula coarctata*. Saint-Hubert, dans les calcaires marneux à Pholadomyes. — M. Matheron la considère comme une espèce nouvelle.

Prise et considérée dans son ensemble, cette faune est bathonienne.

J'ai expliqué comment, lors de mon premier voyage à Biot, la présence de Céromyes, de Pholadomyes et de Pinnigènes voisines, sinon presque identiques, avec des espèces kimméridgiennes, m'avait engagé à voir dans le banc marneux qui les contenait, le représentant du virgulien. On sait, d'un autre côté, que le groupe de la grande oolithe ne se termine pas par le Bradford-Clay, et qu'au-dessus des bancs à *Terebratula flabellum* et *digona*, se développe le Cornbrash, auquel M. Matheron et moi nous attribuons aujourd'hui les calcaires marneux de Saint-Hubert, qui sont immédiatement superposés aux bancs à *T. flabellum*, et qui, comme ces derniers, possèdent la *Phola-*

domya A et l'*Anabatia orbulites*. Je ne reconnais dans ces calcaires ni le kellovien des environs de Marseille qui est riche en Ammonites (*Am. macrocephalus*, *Am. anceps*), ni celui plus rapproché d'Escragnolles et de Coursegoules, qui est lithographique et qui contient également l'*Am. anceps*. Le seul fossile qui les a fait rapporter au kellovien, est la *Pholadomya carinata*, espèce incertaine, considérée comme kellovienne à Chauffour et oolithique ailleurs. La présence à ce niveau de la *Ceromya plicata*, de l'*Anabatia orbulites*, deux fossiles bathoniens, donnent du poids à cette opinion, vers laquelle nous nous sentons d'autant plus entraîné, que nous voyons (*Bull.*, tome XXVI, p. 965) MM. Terquem et Jourdy mentionner, dans le bathonien de la Moselle et juste au-dessus de leur série à *Ceromya parallela*, *C. inversa*, *Ostrea Wiltonensis*, *Rhynchonella concinna*, une zone peu fossilifère, que les auteurs sont disposés à confondre avec la précédente, et dans laquelle reparaissent les *Ceromya*.

J'avoue que je n'attache aucun intérêt à faire rentrer les calcaires marneux de Saint-Hubert dans le bathonien plutôt que dans le kellovien. Je discute seulement les deux hypothèses que semblent autoriser leur position et leurs fossiles. Si on les fait kelloviens, il est évident que le cornbrash proprement dit fait défaut dans la coupe; si on les fait cornbrash, la série bathonienne est au contraire complète; mais on voit la paléontologie appuyer cette dernière classification, puisque, sur quatre fossiles déterminés de cette localité, non compris les Céromyes, trois se retrouvent dans le cornbrash.

Quant aux calcaires marneux de Soullières, de la Brague et de Valbonne, dans lesquels abondent également les Céromyes, la découverte récente des *Rhynchonella Morrieri* et *Ostrea costata* me porte aujourd'hui à les considérer comme une dépendance de la grande oolithe, dont ils formeraient le couronnement, c'est-à-dire comme du cornbrash.

Il faudrait donc renoncer, jusqu'à plus ample informé, à l'existence bien authentique, dans les environs d'Antibes, d'une faune virgulienne, comme l'avait annoncé d'Orbigny, et comme je l'ai cru un instant moi-même. On comprend de suite les conséquences qui découlent, au point de vue systématique, de l'adoption ou du rejet de cette opinion. Si les calcaires marneux inférieurs aux dolomies sont virguliens, les calcaires blancs à *Diceras* qui les surmontent ne peuvent plus être les représentants du groupe corallien; et on se heurte alors contre une difficulté paléontologique plus grande encore, puisque

faune de ces calcaires, auxquels il faut ajouter ceux de Wimmis, du Salève, de l'Échaillon, de Rougon, de Marseille, du bois de Mounier, de Palerme, trahit une date séquanienne, donc plus ancienne que celle des assises virguliennes.

A des faits bien établis, il devient obligatoire de sacrifier des présomptions, quelque bien fondées qu'elles paraissent au premier coup d'œil. Comme les calcaires marneux de Saint-Hubert, de Soullières, de Biot et de Valbonne, sont recouverts directement par les dolomies, on voit, s'ils sont réellement bathoniens, qu'il ne resterait aucune place pour un oxfordien normal; mais, quand on constate le développement prodigieux qu'acquièrent les dolomies dans les communes de Solliès-Toucas et de Belgentier, leur amoindrissement graduel, leur insignifiance relative, entre Escragnolles et Coursegoules, là où, au-dessus du bathonien, apparaissent le kellovien et l'oxfordien fossilifères, on doit admettre le remplacement par ces dolomies de tout ou partie de ces étages, car il faut bien, de toute nécessité, que les dolomies, quoique dépourvues de fossiles, représentent quelque chose d'équivalent à des horizons fossilifères ailleurs. Ce fait, au surplus, se reproduit communément dans le Midi, car, à Sumène, nous voyons l'oxfordien normal emboîté entre deux étages dolomitiques, dont l'un représente le jurassique inférieur, et dont l'autre, supérieur à l'argovien, sert de base aux calcaires à *Diceras*. Les environs de Mourèze (Hérault) offrent l'exemple d'un envahissement bien plus formidable encore de dolomies, puisque, entre le lias supérieur et les calcaires que M. de Rouville rapporte à l'oxfordien supérieur, il n'existe que des dolomies grenues qui tiennent la place de l'oolithe inférieure tout entière.

En définitive, les difficultés que l'on éprouve pour obtenir la filiation des étages dans le Midi tiennent aux changements pétrographiques que ces étages sont susceptibles d'éprouver à une certaine distance les uns des autres. Ainsi, la grande oolithe, qui est calcaréo-marneuse et très-ammonitifère à Marseille, revêt le faciès corallien de Ranville à Bandol; elle devient complétement argileuse à Biot et à Valbonne, et ne contient plus alors que des coquilles, qui, telles que les Pholadomyes et les Céromyes, se plaisent dans des milieux vaseux. Il faut, dans ces cas, un temps très-long avant de voir clair à travers toutes ces modifications extérieures.

La veine de charbon, dont on a constaté l'existence dans les communes de Biot et de Valbonne, se continue à Nice et au

delà de Nice, dans la Turbie, où elle est l'objet de recherch industrielles. Elle rappelle les combustibles qui existent, à même niveau, dans le Yorkshire, à Scarborough et Cayto Bay, et que Philipps a désignés sous le nom de *formation oo thique et carbonifère.*

On peut encore recouper le Bradford-Clay marneux ent Vallauris et Antibes, sur le point où la route de Grasse entam le revers occidental du massif jurassique de Biot, et où j' recueilli le *Pecten Coquandanus*. C'est également au terrain j rassique, et non point à la formation crétacée, que l'on d rapporter la presqu'île d'Antibes, et, par conséquent, les dol mies qui sur ce point, comme à Saint-Hospice près Nice, à Cette, contiennent les brèches osseuses.

J'ai eu l'occasion d'étudier à plusieurs reprises, et récemme encore, les alentours de Nice, et d'avoir pour guides dans m recherches les indications et les riches collections de M. Gen Ce géologue, dans la classification qu'il vient de donner d terrains des Alpes-Maritimes, place dans l'étage corallien l dolomies ainsi que les calcaires blancs dont il est bien difficil de les séparer, car, dans le col de Villefranche, au Mont Vinaigrier, entre Monaco et la Turbie, ces deux roches alternen réellement, se pénètrent ou se remplacent mutuellement. Le dolomies s'y montrent cristallines et souvent aussi blanche que le marbre de Carrare; quand elles se désagrégent, elle fournissent un sable propre à la fabrication du mortier. M. Gen a retiré de ces dolomies sableuses un exemplaire admirable ment conservé de l'*Acrocidaris nobilis*. Le calcaire blanc lui fourni des polypiers, la *Nerinea Mosæ*, des moules de *Dicer* qu'il rapporte à la *D. arietina* et qui lui ressemblent très-bie J'ai observé, de plus, sur un échantillon plusieurs valves d'*O trea denticulata*, Rœm., ou *O. Bruntrutana*. M. Geny voit dans l calcaires compactes supérieurs aux dolomies l'équivalent portlandien.

C'est au-dessus de ces calcaires que se développe le vale ginien caractérisé par la *Natica Leviathan ;* or, la roche da laquelle ce gigantesque gastéropode se trouve engagé à Notr Dame de Bon-Voyage est tellement semblable au Klippenka à *Diceras*, sur lequel elle repose, que le caractère pétrogr phique est insuffisant pour en opérer la distinction ; de sor que le géologue qui prendrait pour drapeau la *Natica Levi than* ou la *Diceras Luci*, serait entraîné à considérer la mo

tagne entière ou comme exclusivement crétacée ou comme exclusivement jurassique.

Ces détails sont plus que suffisants pour démontrer que, depuis les Cévennes jusqu'aux Grandes Alpes de Menton, les calcaires blancs à *Diceras* n'ont rien de commun avec les calcaires à *Requienia*, bien que, dans les écrits de tous les auteurs, ils soient attribués à la série crétacée. Mais il n'est jamais superflu, quand il s'agit d'un terrain de position contestée, d'accumuler les arguments pour triompher des dernières résistances. Afin d'atteindre ce but, je me suis replacé sur le Bradford-Clay de Biot, et un travers-banc, poussé perpendiculairement à la direction des couches, m'a amené jusqu'à Coursegoules, à la base même du Cheiron, et m'a démontré que les calcaires à *Diceras*, qui, sur les bords de la Cagne, constituent un véritable Klippenkalk à parois surplombantes, s'enfoncent sous le terrain néocomien à *Belemnites subfusiformis*.

Une mine de charbon avait été exploitée entre Saint-Barnabé et l'Escagne, sur les bords de la Cagne. Je croyais y retrouver la veine de charbon du bathonien de la Brague : mais le combustible, qui mesure $1^m,10$ aux affleurements, appartient aux marnes irisées, comme celui que j'ai eu l'occasion de décrire dans les environs de Montferrat. Sur ce point, il se trouvait également subordonné aux gypses keupériens, et il avait pour toit les cargneules par lesquelles se termine ordinairement le keuper dans le midi de la France. Ce n'est qu'au-dessus d'elles que je signalais la présence de la lumachelle à *Avicula contorta*. C'est dans des conditions identiques que se présentent, plus rapprochées de la rivière du Var, les mines de charbon de Carros, qui ne sont, en réalité, que la continuation de celles de Coursegoules.

Après avoir constaté les relations du calcaire à *Diceras* sur les deux rives du Var, je me suis transporté plus vers l'ouest, dans le but de poursuivre le Klippenkalk au delà d'Escragnolles et de Rougon, et de relier ainsi les Klippenkalks des Alpes-Maritimes et du Var à ceux des Basses-Alpes, des Bouches-du-Rhône et de l'Hérault.

Quand du hameau du Colombier (commune de Roquefort) on suit la route de Grasse, on voit les dolomies jurassiques se prolonger dans les plateaux, bien au delà de l'église de Roquefort ; mais, à mesure que l'on gravit la côte montagneuse qui sépare la vallée du Loup de celle de la Meine, on constate

qu'au-dessous des dolomies, il se développe des calcai compactes, jaunes, d'une puissance considérable, sans ba marneux subordonnés. Quelques *Ammonites Humphriesia* dévoilent, à la base de ces calcaires, l'existence de l'ooli inférieure ; puis vient la série complète du lias, avec ses dc mies grises à la base, le rhétien avec *Avicula contorta*, et en au lieu dit le *Pas-de-l'Ai*, les gypses keupériens avec leur c tége habituel de cargneules.

Le terrain du Keuper vous escorte jusqu'au bourg du I et se prolonge de là jusqu'à l'ermitage de Saint-Arnoux, oi Loup est dominé par des montagnes calcaires surplomban et d'où se détache un promontoire, formé de calcaire à *L ras*, qui supporte le village de Gourdon. Ce promontoire stitue, vers l'ouest, un vaste plateau pierreux, hérissé de roc tellement crevassées et déchiquetées qu'il devient imposs de le traverser. Au-dessous se montrent les dolomies, les calcaires jaunes à Céromyes, exactement comme sur berges de la Brague. Ce système persiste jusqu'à Escragno et au delà.

Du Bar à Tourrettes, on traverse les mêmes terr que sur la rive droite du Loup. A Tourrettes, on met pied dans le miocène à Clypéastres, qui, au nord, au-dess du Caire, supporte les marnes tortoniennes. En contin l'ascension des crêtes, on retrouve les argiles keupérien avec veines de charbon, qui dépassent le château ruiné Saint-Raphaël et occupent le fond du vallon encaissé du M vans. Le Baou de Vence, composé de calcaires à *Diceras*, fo un couronnement de grand effet. Les calcaires lithographiq jaunes, inférieurs aux dolomies, contiennent, suivant les veaux où on les recoupe, les *Ammonites anceps*, *Am. Achill Am. plicatilis ;* mais il est à remarquer que les dolomies montrent peu épaisses, alternent et se confondent avec calcaires blancs auxquels elles semblent avoir cédé la pl Toutefois les montagnes rapprochées du Cheiron indiq clairement que les dolomies sont supérieures à l'oxfordie se lient aux calcaires à *Diceras*. Or, si ceux-ci sont une dé dance des assises coralliennes, les choses se passeraient en vence comme dans le Jura des environs de Saint-Claude.

En descendant de Saint-Raphaël sur Notre-Dame de C ton, on abandonne la région alpestre pour pénétrer dans des oliviers. Ces deux régions sont séparées l'une de l'a par une grande faille, dirigée de l'est à l'ouest, et qui, ve

sud, a laissé presque en place le terrain jurassique supérieur, tandis que, vers le nord, ce même terrain atteint presque subitement des altitudes de 600 à 1,000 mètres.

Le chemin de Notre-Dame de Crotton à la Colle nous fit passer par les fameuses carrières de la Sine, qui fournissent, comme leurs contemporaines de Turris, des pierres d'appareil très-estimées. Elles sont ouvertes dans le calcaire à *Diceras*. Le seul représentant du terrain crétacé que nous ayons remarqué entre le Cheiron et la mer, consiste en un lambeau de l'étage carentonien avec *Ostrea columba*, que l'on traverse à deux pas de Vence, sur la route de Cagnes.

Il est donc bien démontré, à nos yeux, que les calcaires blancs, depuis Toulon jusqu'au delà de Menton, classés comme urgoniens, sont de l'époque jurassique. Nous considérerions notre tâche comme incomplète si nous négligions d'appuyer notre opinion de quelques preuves nouvelles et de chercher à établir, par l'étude comparative d'autres contrées, que nos calcaires à *Diceras* représentent, non point un étage nouveau, mais bien un des groupes de l'étage corallien, que ce groupe corresponde au jurassique moyen, ou bien qu'il fasse partie, comme celui d'Angoulins, du séquanien, et ait sa place à la base de l'étage kimméridgien.

Je pense que tous les géologues sont d'accord aujourd'hui pour paralléliser les dépôts d'Inwald, de Wimmis, de l'Echaillon, du Mont-Salève, de la Sérane, de Ganges, du Bois de Mounier, de Montpellier, du Vallon de la Cloche, de Rougon et de Palerme. Ils contiennent tous les mêmes fossiles et ils occupent la même position.

M. Zittel m'écrit qu'à Wimmis le Klippenkalk est supérieur à des bancs renfermant le *Pterocera Oceani*. Ces bancs sont ceux qui sont considérés par les uns comme virguliens, et comme oxfordiens ou plus anciens encore par M. Renevier. Ils occupent, en tous cas, la même position que les calcaires marneux de la Brague et de Biot, dont les fossiles, quoique ressemblant à ceux du virgulien, sont néanmoins bathoniens. Il n'est pas hors de propos de faire remarquer, à ce sujet, qu'il existe dans le bathonien de Minchinhampton un ptérocère (*P. Wrighti*) qui se rapproche tellement du *P. Oceani* qu'il devient très-difficile de les distinguer l'un de l'autre. Nous avons vu toute la peine que nous avons éprouvée et que nous éprouvons encore aujourd'hui pour séparer les coquilles des calcaires argileux du cornbrash de Biot des co-

quilles du kimméridgien marneux. La prudence conseille donc d'attendre de nouveaux documents pour être fixé sur la date des calcaires contestés, inférieurs aux calcaires blancs de Wimmis.

Des travaux importants ont été publiés sur la faune du Klippenkalk. Nous sommes redevables à MM. Peters, Zeuschner, Zittel, de Loriol et Gemmellaro, de monographies qui permettent d'apprécier la valeur de cette faune, ainsi que les conclusions qu'on est en droit d'en déduire. Sans prétendre que toutes les déterminations soient irréprochables et qu'il n'y ait pas quelques rectifications à opérer dans les catalogues qui ont été dressés, rectifications qui auraient pour résultat de créer des espèces nouvelles ou de changer certains noms, nous pensons qu'il resterait toujours un assez grand nombre d'espèces dont il faudrait respecter les déterminations, et qui devraient être prises pour juges, dans le cas où l'on voudrait donner le pas à la paléontologie sur la stratigraphie.

Je n'ai pas besoin de reproduire une remarque qui a été déjà faite, à savoir que les couches qui ont été décrites comme coralliennes n'appartiennent pas toutes au coral-rag proprement dit, et que quelques-unes d'entre elles, telles que celles d'Angoulins et de la Charente, sont en plein kimméridgien. MM. Contejean et Thurmann ont augmenté encore le nombre de ces divers niveaux coralliens, pour les environs de Montbéliard et de Porrentruy, où l'on voit les neuf ou dix groupes établis par eux dans le kimméridgien devenir alternativement marneux et coralliens, et les mêmes fossiles, tels que *Nerinea Gosæ*, *N. speciosa*, *N. Bruntrutana*, *Cardium corallinum*, *Mytilus subpectinatus*, *Pterocera Oceani*, logés dans plusieurs de ces groupes à la fois. L'histoire des assises coralliennes n'a donc pas reçu encore, au point de vue de leur indépendance comme étages, toute la précision désirable, et la récurrence de certains fossiles et leur dissémination dans toute l'épaisseur d'un étage n'offrent rien de plus extraordinaire que la présence de l'*Ostrea aquila* dans les divers membres du terrain urgo-aptien.

Si donc, par l'analogie des faunes, nous parvenons à démontrer que les calcaires blancs à *Diceras* du midi de la France, du Mont-Salève, d'Inwald, de Wimmis, de Palerme, se rattachent à un des horizons corallifères du corallien supérieur ou à un des horizons corallifères du kimméridgien (Angoulins), la conséquence de cette démonstration nous amènera à voir en eux une subdivision de cet étage, et non point

un étage distinct, indépendant ou postportlandien, comme le propose l'école allemande.

Pour atteindre plus sûrement ce but, établissons préalablement l'analogie des coralliens de Tonnerre, d'Angoulins, de Valfin (Saint-Claude), d'Oyonnax, et montrons ensuite que le Klippenkalk possède un grand nombre de fossiles de ces divers gisements.

Etallon, dans sa description géologique des Monts-Jura, cite à Valfin les espèces suivantes :

Chemnitzia Calypso, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Clio*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax (espèce kimméridgienne).
— *Cornalia*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax, Tonnerre.
Nerinea Bernardina, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Cabanetiana*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Defrancei*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax (kimm. dans le Jura).
— *Desvoidyi*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Mandelslohi*, Bronn — Valfin, Oyonnax, Tonnerre, Angoulins.
— *Moreauiana*, d'Orb. — Valfin, Tonnerre.
— *Mosæ*, Desh. — Valfin, Oyonnax (kimm. dans le Jura).
— *Nantuacensis*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *sexcostata*, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
— *umbilicata*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax, Angoulins.
— *Visurgis*, Rœm. — Valfin, Oyonnax, Montbéliard.
Actæonina acuta, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Darmoisiana*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax, Tonnerre.
Trochostoma Ratieriana, Étal. — Valfin, Tonnerre, Angoulins.
Pterocera aranea, d'Orb. — Valfin, Oyonnax, Tonnerre, Angoulins.
— *tetracera*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax, Tonnerre, Angoulins
Cypræa corallina, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
— *Bernardina*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
Trigonia corallina, d'Orb. — Valfin, Angoulins, Tonnerre.
Corbis elegans, Buvign. — Valfin, Oyonnax.
— *decussata*, Buvign. — Valfin, Oyonnax.
Cardium corallinum, Leym. — Valfin, Oyonnax, Angoulins, Tonnerre, Jura, Mont-Salève, Marseille, Ganges.
Mitylus subpectinatus, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
Pinnigena Saussurei, d'Orb. — Valfin, Angoulins (kimm. dans le Jura).
— *rugosa*, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
Hinnites ostreiformis, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
— *inæquistriatus*, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
Diceras Luci, Defr. — Valfin, Mont-Salève, Marseille, Ganges.
— *Bernardina*, d'Orb. — Valfin, Oyonnax.
— *Munsteri*, d'Orb. — Valfin, Tonnerre, Oyonnax.
Ostrea solitaria, Sow. — Valfin, Tonnerre, Oyonnax, Angoulins.

Terebratula Repeliana, d'Orb. — Échaillon, Oyonnax, Marseill
Ganges, Tonnerre.
Terebratula equestris, d'Orb. — Valfin, Angoulins.
Acrocidaris nobilis, d'Orb. — Valfin, Angoulins, Marseille, Cc
Nice.
Cidaris ovifera, Desor — Valfin, Angoulins.
Et une foule de polypiers que nous nous dispensons d'énumé

Nous avons voulu indiquer, en citant ces espèces, c
aurions pu rendre la liste plus longue encore, qu'au
vue paléontologique, comme à celui de la position,
bien difficile de ne pas reconnaître dans le corallier
fin l'équivalent des coralliens de Tonnerre et d'A
et, d'un autre côté, pourrait-on nier la contempora
coralliens de Valfin et d'Oyonnax? Or, si ce dernier
un grand nombre d'espèces communes avec les cora
Mont-Salève, de l'Echaillon, de Wimmis, d'Inwald,
seille et de l'Hérault (et comme fossile caractéristiq
citerai que la *Terebratula Repeliana*, commune à tous
ments), je ne vois plus de motifs sérieux qui, paléont
ment, puissent être opposés au classement de tous c
liens sur le même niveau.

Pour l'âge d'Angoulins, le doute ne saurait être
puisque l'on trouve les assises coralliennes (séquan
couvertes par les marnes virguliennes. Etallon nous m
Dicératien de Valfin recouvert, à Préneval et aux Re
par les calcaires à *Pterocera Oceani*, *Ceromya excentrica*
Algérie, le *Cidaris glandifera* se trouve associé aux *Cid*
fera, *Ostrea solitaria*, *Hinnites inæquistriatus*. D'un autre
possède, provenant des assises à *Cidaris glandifera* c
Madi en Syrie, un exemplaire, de conservation parfai
Natica Marcousana, qu'on croirait avoir servi de moc
figure qu'en a donnée M. de Loriol, et orné des s
perficielles, très-fines, que ce savant signale chez les i
à fleur de test.

On voit donc que les gisements à *Cidaris glandifera*
Klippenkalk des Alpes suisses et provençales et du
doc, ne sauraient, ni stratigraphiquement ni paléonto
ment, être englobés dans le terrain de craie, puisque
rias, à Rougon, à Marseille, à Ganges, ils sont surmont
fossiles communs, par le valenginien. Paléontologie e
graphie se trouvent donc d'accord pour proclamer ce

Je suis très-heureux de voir, sur ce point, mon opinion partagée par MM. Pictet et de Loriol.

Mais allons plus loin, et réclamons des arguments de contrôle à un Klippenkalk que M. Gemellaro vient de nous faire connaître. Ce savant a publié tout récemment les gastéropodes du corallien des environs de Palerme, et il est difficile de ne pas y reconnaître les coralliens du Mont-Salève, d'Inwald, de Wimmis et des environs de Marseille.

Pour faire ressortir plus vivement cette équivalence, nous donnons l'énumération des espèces du Klippenkalk de la Sicile communes avec les coralliens de l'Europe continentale :

Chemnitzia columna, d'Orb. — Tonnerre.
— *Cepha*, d'Orb. — Ardennes.
Nerinea (*Itieria*) *Cabanetiana*, d'Orb.—Oyonnax.
— *Bruntrutana*.
— *Clymene*, d'Orb. — Tonnerre.
— *fusiformis*, d'Orb. — Tonnerre.
— *Moreauiana*, d'Orb. — Tonnerre.
— *Erato*, d'Orb. — Kimm. dans le Jura.
— *cylindrica*, Voltz — Portl. dans la Haute-Saône.
— *subcylindrica*, d'Orb. — Saint-Mihiel.
— *Santonensis*, d'Orb. — Kimm., Jura.
— *Goodhallii*, Sow. — Kimm., Charente.
— *gradata*, d'Orb. — Tonnerre.
— *suprajurensis*, Voltz — Kimm., Jura.
— *subpyramidalis*, d'Orb. — Portl., Ain.
— *pyramidalis*, Munst. — Portl.
— *umbilicata*, d'Orb. — Oyonnax, Angoulins.
— *Gosæ*, Rœm. — Kimm., Jura.
— *Desvoidyi*, d'Orb. — Saint-Mihiel, Oyonnax.
— *Cecilia*, d'Orb. — Saint-Mihiel, Châtel-Censoir.
— *Mariæ*, d'Orb. — Tonnerre.
— *ornata*, d'Orb. — Châtel-Censoir.
— *tuberculosa*, Rœm. — Corallien.
— *Calliope*, d'Orb. — Châtel-Censoir.
— *Mandelslohi*, Bronn — Angoulins, Oyonnax, Tonnerre.
— *dilatata*, d'Orb. — Meuse, Carpathes, Salève.
Phasianella Buvignieri, d'Orb. — Saint-Mihiel.
Purpura Moreausia, Buvign. — Saint-Mihiel.
— *Lapierrea*, Buvign. — Saint-Mihiel.
Cerithium Moreanum, Buvign. — Meuse.
Nerita sulcatina, Buvign. — Meuse.

Natica Rupellensis, d'Orb. — Angoulins.
— *hemisphærica*, d'Orb. — Angoulins, Oyonnax.
— *Doris*, d'Orb. — Angoulins.
— *athleta*, d'Orb. — Portl., Jura.
— *Marcousana*, d'Orb. — Angoulins, Syrie.
Pterocera Oceani, Dela Bèche — Kimm., Europe.
Cerithium septemplicatum, Rœm. — Saint-Mihiel.
Cryptoplocus depressus, Gemel. — Inwald.

Si à ces espèces on ajoute le *Cardium corallinum* (*lamophyllia simplex*, fossiles si abondants à Oyonnax, Censoir, à l'Echaillon et à Ganges, on aura, à mon s du moins, un arsenal fourni d'assez bons arguments e du certificat d'origine jurassique à assigner au corall Sicile, lors même que l'on exercerait un large droit d tion, pour cause de suspicion légitime de détermin l'encontre de plusieurs des témoins appelés dans l'e et si nous remarquons que ces divers calcaires à faci liens se trouvent recouverts, sur un grand nombre d par le virgulien, nous nous demanderons si ce fait, l bli, n'entraîne pas tous les autres qui le sont un pe et s'il est possible, logiquement parlant, d'admettr Klippenkalk de la Provence et, par conséquent, cel Sicile et de la Suisse doivent constituer un étage indé et postportlandien, quand leur position et leurs fo ramènent au niveau des assises coralliennes, soit du supérieur de Valfin, soit du séquanien d'Angoulins et gérie.

D'après les descriptions de MM. Peters et Zeusc corallien d'Inwald contient : *Diceras arietina*, *D. Luci nea Bruntrutana*, *N. Moreauiana*, *N. Santonensis*, *N. pyr N. depressa*, *N. Mandelslohi*, *Cerithium nodoso-striatu dium corallinum*, et se range conséquemment sous la l des coralliens de la France.

Finissons par une dernière citation. M. de Loriol dans le corallien du Mont-Salève, *Nerinea depressa*, *N. cei*, *N. dilatata*, *N. Moreauiana*, *Chemnitzia Calypso*, *Cerithium nodoso-striatum*, *Natica Dejanira*, d'Orb., *corallinum*, *Diceras Lucii*, *Pinnigena Saussurei*, *Lima c* Buvign., *Pecten subspinosus*, Schl., *Pecten globulus*, Qu., *tula Bieskidensis*, Zeuschn., *T. formosa*, Suess, *T. insig gurus Blumenbachi*, *Desorella Icaunensis*, *Cidaris carini*

Comme on le voit, c'est encore sur les coralliens de Tonnerre ou d'Angoulins que la faune du Mont-Salève nous rejette.

Si le Klippenkalk formait véritablement un étage postportlandien, il me semble que l'on aurait dû, en premier lieu, déterminer sa position au-dessus du portlandien, et n'interroger la faune qu'après cette constatation. Cette considération et celles que nous avons déjà exposées nous laissent dans la conviction que les choses, envisagées d'une manière générale et en faisant la part des différences locales que deux dépôts contemporains, mais situés à de grandes distances l'un de l'autre, peuvent et doivent présenter, que les choses, disons-nous, ont dû se passer dans les Carpathes comme dans les autres contrées, et que leur Klippenkalk se confondra avec un de nos groupes coralliens ou kimméridgiens, dont il possède la faune.

En face des arguments de premier ordre fournis par la stratigraphie, et qui s'imposent à tout géologue qui veut lire dans le livre des montagnes, il me semble superflu et au-dessous du sujet, de tenter d'étouffer le grand côté de la question sous des considérations de détail, et de réclamer la solution du problème au développement plus ou moins grand que peut prendre le rostre d'une térébratule, ou à la présence d'un tubercule de plus dans un échinide.

Je m'applaudis beaucoup d'avoir résisté aux attaques que ma persistance dans mon opinion m'a attirées de la part de ceux qui ont trouvé plus commode de chercher le mot de l'énigme dans leurs études de cabinet que de l'arracher aux lieux qui le gardent, puisque leur opposition aura, je l'espère, pour résultat de clore l'ère des proscriptions injustes pour les Alpes provençales.

Je reconnais volontiers que la séparation des périodes géologiques désignées sous les noms de formation jurassique et de formation crétacée, n'exige nullement des fonctions d'un ordre supérieur à celles dont on se sert pour séparer les divers étages les uns des autres, et que le plus ancien étage crétacé a dû, dans le plus grand nombre des cas, succéder régulièrement et dans les mêmes mers à l'étage jurassique le plus récent. Mais cette succession sans secousse n'implique en aucune façon la confusion ou la pénétration d'un de ces étages dans l'autre. L'avenir nous apprendra ce qu'il conviendra de retenir ou de retrancher dans ce prétendu mélange d'espèces du terrain jurassique et d'espèces du terrain crétacé

dans les mêmes bancs du fameux calcaire de Stramberg, mé lange qui établirait un passage, un trait d'union entre ce deux grandes périodes secondaires. C'est une question délicat et dans laquelle je ne veux m'engager qu'en passant.

Si ce calcaire, qui, au point de vue stratigraphique, n'a pa dit encore son dernier mot, présente des difficultés sérieuse pour son classement, à cause de la nature uniforme de l roche; et si, en attendant que la lumière se fasse d'un manière plus claire, on admet qu'il contient des fossiles d Klippenkalk proprement dit et du Berriasien, donc deux fau nes distinctes, nous ferons observer que, dans nos contrée ces deux faunes se trouvent constamment superposées jamais mélangées; qu'elles conservent une indépendance q correspond à un changement complet dans le caractère pétr graphique, et, comme nous l'avons constaté à Marseille et Coursegoules, à une véritable transgressivité. On peut do prévoir, pour un temps plus ou moins éloigné, la solution ces difficultés qui n'existent nullement pour la Provence. I ressemblance entre les calcaires de deux formations différent est très-souvent un piége tendu aux géologues étrangers au contrées qu'ils ne connaissent qu'en passant, et elle ne saura être invoquée sans danger. Dans ce cas, l'examen comparat des faunes et le relèvement exact de la position occupée pa chaque fossile au sein de la masse peuvent seuls fournir de arguments présentables et acceptables. Pour notre compte nous n'avons pas hésité, dans un de nos précédents écrits, à reconnaître comme étant de l'horizon de Berrias la portion du calcaire de Stramberg qui contient les *Terebratula hippopus* (*aliena*, Oppel), et *Belemnites latus*, comme nous n'hésitons pas à reconnaître comme étant contemporaine de nos coralliens jurassiques français la portion de ces mêmes calcaires qui contient le *Cardium corallinum*, la *Terebratula Repeliana* (*Moravica*, Glocker), et le *Cerithium nodoso-striatum*.

A toutes ces difficultés déjà très-grandes, s'en ajoute une autre, plus dangereuse peut-être, mais que le temps finir par dissiper, c'est-à-dire, comme le dit fort judicieuse ment M. Pictet, l'empire de quelques données générales et théoriques, qui font entrevoir un but à atteindre e une route à suivre, influence à laquelle bien peu de gen échappent. En effet, j'en appelle ici à tous ceux qui, s croyant dans la bonne voie, se trouvent cependant à côté les besoins de la cause les poussent irrésistiblement à exagé

rer les différences ou les ressemblances des fossiles appelés à témoigner. Tout en concédant à la paléontologie la part large et légitime qui lui revient pour le meilleur arrangement des étages sédimentaires, elle ne doit jamais être séparée de la stratigraphie dont on semble, en général, ne pas tenir aujourd'hui un compte suffisant.

Si les considérations consignées dans ce travail m'engagent à reléguer notre Klippenkalk à la base de l'étage kimméridgien, le Diphyakalk, qui constitue le piédestal de l'étage tithonique, devra, à plus forte raison, occuper une position plus inférieure encore, en admettant que le Diphyakalk se trouve réellement placé au-dessous du corallien à *Nerinea*, à *Terebratula Repeliana* et à *Cardium corallinum*. Pour moi, je n'hésite pas à considérer comme argovienne la térébratule *trouée* que j'ai recueillie à Batna, en Algérie, dans des calcaires lithographiques qui n'ont rien de commun avec les assises de Berrias, et qui renferment à profusion l'*Ammonites plicatilis*. L'étude des térébratules du groupe des *diphya* a amené M. Pictet à établir plusieurs espèces dans ce groupe : or, celle que je possède de Batna n'a aucun rapport avec la *T. janitor*, que MM. Péron et Le Mesle ont récemment recueillie dans le berriasien de la subdivision de Sétif. Ce n'est non plus ni la *diphya* ni la *dilatata*. Il restera à établir aussi, par des comparaisons mieux faites, si la térébratule percée, que j'ai trouvée moi-même dans le barrémien à *Scaphites Ivanii*, est bien identique à la *T. diphyoides* du berriasien. Ainsi qu'on le voit, la présence d'une térébratule percée, dans une assise de date indéterminée, est insuffisante pour en fixer l'âge d'une manière précise.

Comme nouvel exemple des difficultés que soulève la position exacte de l'étage tithonique, je citerai, au besoin, le magnifique travail que M. Zittel vient de publier sur les Céphalopodes du tithonique *ancien*, qui constate l'existence des *Ammonites Zignodianus*, d'Orb., *Kochi*, Oppel, *tortisulcatus*, d'Orb., *iphicerus*, Oppel, caractéristiques de l'argovien, et qui contient la citation d'autres espèces que l'on ne peut distinguer des *Am. Heberleini*, *Holbeini*, *tenuilobatus*, *Altonensis*, qui font partie de la même zone. Je ne pense pas qu'on puisse expliquer ce mélange de faunes par l'hypothèse d'un simple passage de fossiles. La solution du problème tient, à coup sûr, à des difficultés non encore surmontées, dont il faut tenir compte, et que dans l'intérêt de la science chaque géologue

doit, dans la mesure de ses moyens, s'efforcer de vaincre.

Nous dirons en nous résumant :

1° Les calcaires blancs à *Diceras* des départements du Var et des Alpes-Maritimes, placés au-dessous du terrain néocomien, et correspondant au Klippenkalk d'Inwald et de Wimmis, n'appartiennent pas au calcaire à *Chama ammonia*, mais bien à une des assises coralliennes du corallien supérieur (Valfin) ou du kimméridgien inférieur (Angoulins).

Ils font incontestablement partie des calcaires coralliens des départements du Gard, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes, déjà décrits dans un autre travail, ainsi que du corallien du Mont-Salève.

2° Tous ces Klippenkalks, y compris celui de la Sicile, ne sauraient, par conséquent, constituer un étage nouveau, un étage postportlandien, puisqu'on les trouve recouverts par les assises à *Ostrea virgula*.

Le Secrétaire communique le Mémoire suivant de M. Jourdy :

Explication de la Carte géologique du Jura dôlois, par E. Jourdy (Pl. I).

Les montagnes du Jura ont été visitées par un si grand nombre de savants qu'il semblerait que leur géologie est aujourd'hui complétement fixée, et qu'elle ne recèle plus aucun point obscur. Il n'en est malheureusement pas ainsi; aussi ai-je cru devoir joindre à ma carte quelques pages d'explications, qui ne constituent pas un vrai mémoire, pas même un cahier de notes, mais bien un recueil de souvenirs sur de longues et anciennes études.

Ces notes étaient destinées à former un travail étendu, complété par des observations faites dans les montagnes du Jura français et du Jura suisse; mais la plupart des matériaux de ce travail ont été égarés pendant la guerre. Pour lui donner toute l'extension projetée, il aurait fallu recommencer une série de courses sur le terrain ; les malheurs de l'invasion allemande m'empêchent de réaliser mon désir.

I. — Le Jura dolois.

Depuis Saint-Rambert jusqu'au delà de Salins, la lisière occidentale des Monts Jura est nettement dessinée par l'élévation

brusque de leurs derniers contre-forts au-dessus de la plaine bressane que traversent la Saône, l'Ognon, le Doubs, le Rhône et leurs affluents. Cette ligne de démarcation est parfaitement sensible à l'œil du voyageur; elle est aussi très-visible sur la carte géologique de la France.

Si l'on suit sur cette carte la limite du terrain jurassique, on voit qu'elle se trouve interrompue vers Salins, et que là les alluvions anciennes de la Bresse pénètrent dans une entaille du Jura; cette espèce de golfe, où sont entassés les cailloux bressans, est recouverte par la forêt de Chaux, qui s'étend jusqu'auprès de Besançon; depuis son extrémité la plus avancée jusqu'à Dôle, elle vient buter contre la falaise rocheuse du terrain jurassique qui, à partir de Dôle jusqu'aux environs de Gray, est côtoyée par les argiles et les cailloux bressans.

De cette disposition relative du dépôt bressan et du terrain jurassique, il résulte que les montagnes de Franche-Comté se prolongent, de Besançon à Dôle, en une sorte de presqu'île qui s'avance dans les alluvions anciennes. C'est cette presqu'île qui est le Jura dôlois.

Quoique le Jura dôlois ne soit en rien, sur une carte, séparé du Jura bisontin et du Jura graylois, il en diffère cependant par plusieurs particularités qui font l'objet de cette notice.

II. — Roches antérieures au terrain jurassique.

§ 1. — *Roches cristallines.*

La particularité la plus importante du Jura dôlois consiste dans la présence d'un massif cristallin entouré de toutes parts par le terrain jurassique; ce massif, désigné sous le nom de *la Serre*, constitue la charpente primordiale des couches stratifiées et de l'orographie des contrées environnantes.

Il est connu depuis longtemps; MM. Pidancet et Coquand en ont fait une étude spéciale; M. Résal, dit-on, se propose d'en donner une monographie.

La Serre est formée de gneiss et de micaschistes, contre lesquels se trouve plaqué un gros filon d'eurite; la surface de contact de ces roches cristallines ne peut être étudiée, car elle est recouverte par une couche d'arkose.

§ 2. — *Terrain permien.*

Le terrain permien n'apparaît que sur le flanc nord-ouest de la Serre; il est visible au pied de l'eurite et des micaschistes.

Il a été l'objet d'une étude attentive de la part de MM. Coquand et Pidancet (1).

On doit à ces géologues la découverte d'une mâchoire de saurien dans les poudingues d'un rouge lie de vin, qui, avec des arkoses gneissiques, constituent les couches permiennes.

Ces couches ont une grande épaisseur, comme on l'a constaté à Moissey, en faisant des sondages pour trouver la houille.

§ 3. — *Arkose.*

Entre le trias et le terrain permien, on observe une arkose quartzeuse qui se sépare nettement des couches inférieures par la discordance de stratification, par le défaut de coloration rouge, et enfin par l'absence de cailloux gneissiques et euritiques; le quartz forme presque toute sa roche et se trouve parfois assez fin et assez agglutiné pour faire un grès capable d'être exploité pour la confection des meules.

L'arkose recouvre une partie du terrain permien, mais occupe aussi une position stratigraphique bien différente; dans ce cas elle recouvre, sur une épaisseur de 10 mètres environ, la crête même de la Serre, reposant alors directement sur la roche cristalline.

Quoique l'arkose soit probablement assimilable au grès vosgien, c'est-à-dire différente du trias, elle porte sur la carte géologique la couleur du terrain qui repose sur elle; mais elle s'en distingue par une lettre spéciale (Ta).

§ 4. — *Trias.*

1° Le *grès bigarré* ne se rencontre guère qu'à Offlange et au val Saint-Jean; plusieurs de ses couches forment un grès tellement grossier, qu'il est difficile à distinguer de l'arkose inférieure (grès vosgien); c'est, du reste, ce qui s'observe également dans la Lorraine allemande. Son épaisseur peut être d'une vingtaine de mètres.

2° Le *muschelkalk* n'a pas une grande puissance; on sait d'ailleurs que cette roche, très-épaisse au pied des Vosges, va

---

(1) *Sur l'existence du terrain permien et du représentant du grès vosgien dans le département de Saône-et-Loire et dans les montagnes de la Serre; Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs* et *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 2e série, t. XIV, p. 13, 1856.

en s'amincissant vers le sud-ouest jusqu'à ce qu'elle disparaisse au pied du plateau central. On peut en observer des lambeaux, d'abord sur le revers ouest de la Serre, à Offlange, puis sur le contre-fort triasique qui se trouve dans le prolongement de la pointe sud de la Serre, à Gredisans, à Menotey, à Jouhe. On ne peut estimer qu'approximativement son épaisseur, 30 mètres peut-être.

3° Les *marnes irisées* sont bien loin d'avoir l'importance qu'elles ont en Lorraine ou dans le Jura de Salins et d'Arbois; on n'y découvre aucun dépôt salifère ni gypseux. Leur épaisseur est trop difficile à estimer pour qu'on puisse hasarder un chiffre; elle ne doit pas dépasser 50 mètres.

§ 5. — *Lias.*

1° *Étage rhœtien.* — Aucune trace de ces intéressants dépôts n'a encore été constatée dans le Jura dôlois; la raison en est probablement due aux glissements qui se sont produits au voisinage de la Serre dans les points où cet étage affleure.

2° *Étage sinémurien.* — C'est à peine si l'on peut, dans les éboulis calcaires du terrain jurassique, retrouver quelques bancs de calcaires à gryphées arquées. On en observe des lambeaux tout le long du bord ouest du contre-fort triasique, au Mont Frérit, à Raynans, à Menotey; d'autres parcelles sont également visibles sur le revers ouest de la Serre, à la Grande-Haie, à Moissey, à Brans. C'est un calcaire stratifié en bancs minces, tachés de bleu foncé, remplis d'*Ostrea arcuata* et de *Pentacrinites basaltiformis*, alternant avec des marnes noirâtres renfermant quelques *Ammonites bisulcatus*.

3° *Étage liasien.* — Il n'est guère visible qu'à Moissey, au pied du mont Guérin, où on trouve la *Plicatula spinosa* et différentes *Belemnites*.

4° *Étage toarcien.* — Cet étage est le seul dont on puisse apercevoir quelques couches.

Au point de vue de sa distribution, on le rencontre dans deux situations différentes, soit que, aux abords de la Serre, il apparaisse disloqué sous les escarpements des rochers bajociens, soit que, au contact du Jura bisontin, il se raccorde avec les zones des différents étages successivement imbriquées et qui vont, en se relevant, de Dôle jusqu'à Besançon.

β. — Autour de la Serre, on peut l'observer parfois quand les éboulis bajociens n'ont pas recouvert les collines marneuses surmontées par les escarpements calcaires.

A l'inverse des étages précédents, on l'observe sur nord-est de la Serre. A Serre-les-Meulières, il sépare cien du gneiss, cachant sous lui les étages inférieurs disparu dans la faille énorme qui suit le gneiss tout le flanc est de la Serre. Entre Serre-les-Meulières et Sal forme une petite combe surmontée par les rochers jur

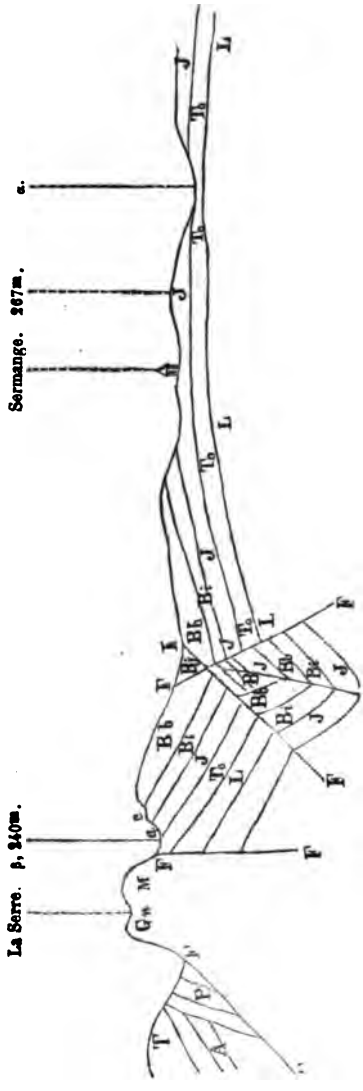


Fig. 1. — *Coupe allant des environs de Sermange (point coté 267) au point de la Serre coté 240 (entre Serre-les-Meulières et Saligney).*

Échelle des hauteurs $\frac{1}{10000}$. Échelle des longueurs $\frac{1}{10000}$.

T. — Ét. toarcien; e. Combe lia- B_L — Bathonien lrisé.

ette combe, on le trouve sous la forme d'une marne
: bleue ou grise, très-micacée, traversée par des lits
ces de calcaires feuilletés également micacés. On y
les *Ammonites Thouarcensis*, *A. insignis*, *Trochus subdu-*
Pecten pumilus.

Saligney et Ougney, le col du Bermont, par où passe
est une combe toarcienne soutenant les roches bajo-
t s'appuyant sur une arkose permienne. La disposition
ıre des couches est la même. Cependant, au-dessous
ıes grises, on en voit d'autres d'un bleu foncé, mais
ıt micacées.

.utre versant de la Serre, le Toarcien s'observe par
: sous les éboulis du Jura inférieur, à Moissey, à Me-
Raynans.

ntre Marnay et Besançon, vers Pouilley, dans le Jura
le groupe du Jura inférieur entoure un îlot de sinému-
lequel les couches du groupe liasique viennent suc-
ent s'imbriquer jusque dans le Jura dôlois.

kilomètres de Gendrey, à la hauteur d'Antorpe, on ob-
à les premières couches de l'étage toarcien, les
ıitumineux qui renferment l'*Ammonites Holandrei*, des
e poisson, des plantes, des plaques de bitume et des
de sulfure de fer. A mesure qu'on approche de Dôle,
s du lias vont en plongeant et disparaissent sous des
plus récentes. Aux environs de Gendrey et de Ser-
ɜs marnes du lias occupent le fond des vallées et la
collines. Au-dessus des couches à *Trochus*, on voit
re couche du lias; ce sont des marnes d'un bleu
tement micacées; on y trouve quelques pholadomyes
ıillantes, de grandes bélemnites et un grand nombre
; de gros végétaux.

t, selon toutes probabilités, les analogues du grès su-
ıe du Jura salinois et des marnes à *Trigonia navis* de
ne.

III. — Le terrain jurassique.

ıncipes de la classification adoptée dans cette note
tre l'objet d'un travail spécial, il n'y a pas lieu de
:i des explications détaillées à ce sujet.

§ 1. — *Groupe du Jura inférieur.*

La première partie du terrain jurassique, de même que le groupe liasique, s'observe, soit sur le bord de la Serre (division β), soit sur le prolongement du Jura bisontin (division α).

1° *Étage bajocien.*

Aux environs d'Ougney, le Bajocien offre une série de coupes très-intéressantes; malheureusement la perte de mes notes et de mes fossiles me force à citer de mémoire, et par conséquent à n'indiquer que des faits généraux.

Les trois couches du Jura salinois sont ici parfaitement reconnaissables, et même plus facilement visibles et bien plus développées.

A. *Couches à minerais et à fucoïdes.* — 1° La base de ces couches est peu calcaire, un peu sableuse, plus ou moins colorée en rouge ou en gris. Fossiles : *Rhynchonella cynocephala*, *Pecten subpumilus*, nombreux débris de végétaux. Épaisseur : 2 mètres.

2° Couche ferrugineuse par excellence, mais variable. A Ougney, la couche est un vrai minerai oolithique qui alimente les hauts fourneaux de Fraizans, du Creuzot, etc. Traces d'ammonites. A Gendrey, elle se présente sous l'aspect d'un calcaire marneux, rouge, mal stratifié, en rognons dont les vides sont comblés par une sorte de sable roux. — Épaisseur : 3 mètres.

3° Calcaire rouge-jaune, stratifié en bancs obliques, irréguliers, qui se détachent en dalles, sur lesquelles on observe des débris de végétaux. — Épaisseur : 4 mètres.

B. *Calcaire lédonien.* — 1° La base offre quelques couches à stratification tourmentée et à rares débris végétaux; mais les bancs ne tardent pas à devenir réguliers; ils sont toujours colorés en rouge ou en jaune-rouge et renferment par taches des lumachelles de coquilles et d'entroques. — Épaiss. : 10 mètres.

2° Le véritable calcaire à entroques est constitué par une lumachelle d'articles nacrés de ces zoophytes, séparés par des taches ocreuses; il s'enlève souvent en larges dalles sur lesquelles on peut recueillir des piquants et des articles d'oursins, des bryozoaires et de petites huîtres. Cette faunule peut être réunie plus commodément dans les petits bancs

marneux qui sont au sommet de cette couche. — Épaisseur : 10 mètres.

3° Par-dessus, quelques bancs oolithiques : 5 mètres.

C. *Calcaires à chailles et à polypiers.* — Dans le prolongement des couches du Jura bisontin, entre le Doubs et la Serre (division α), la partie supérieure du Bajocien ressemble beaucoup à ce qu'on observe en Franche-Comté et en Lorraine; elle consiste en couches tantôt calcaires, tantôt sableuses, renfermant beaucoup de polypiers de la famille des Astrées ainsi que d'autres fossiles communs dans les stations coralligènes (*Nerinea*, *Pecten* de la famille des *articulati*, *Rhynchonella*, *Ostrea* voisines de l'*O. gregarea*, etc.) La base de cette assise est souvent difficile à trouver; on y observe généralement un calcaire oolithique miliaire coloré en bleu-rose qui appartient aux couches B ou aux couches C. A l'extrémité du Jura bisontin, au-dessus de la mine d'Ougney, les couches C ont une grande épaisseur (40m environ); elles renferment quelques horizons marneux à *Melania striata;* ce sont des calcaires à cassure conchoïde, blancs et durs. Dans le Jura dôlois proprement dit, leur épaisseur n'est plus que de quelques mètres; elles sont marneuses et souvent sableuses, comme à Malange, Amange, Jouhe.

A la pointe nord de la Serre (division β), entre Ougney et Saligney et jusqu'à Gendrey, la base de ces couches renferme de vraies chailles fossilifères; et même la silice est en outre répandue par taches avec profusion et a imprégné des *Isastrea*, des *Pecten*.

Sur le flanc ouest de la Serre, à Frasnes, les polypiers ont à peu près disparu, et il ne reste plus que des chailles disséminées au milieu d'un calcaire oolithique.

Ce sujet demanderait, pour être traité à fond, des observations plus complètes que je n'ai pu les faire.

2° *Étage bathonien.*

A. *Bathonien irisé.* — La base du bathonien est restée pour moi longtemps obscure; ce n'est qu'après avoir étudié cet horizon en Lorraine, de Metz à Longwy, et après mes courses avec M. Michelot, qui l'a observé à Nancy et à Besançon, que je suis parvenu à en réunir les différents *faciès*.

Le bathonien irisé se présente, en effet, dans le Jura dôlois sous des aspects très-différents et difficilement reconnais-

sables pour un observateur qui n'est pas prévenu. Ce qu'on peut dire de plus général sur ces couches variées, c'est qu'elles sont reconnaissables par des colorations fort vives qui frappent dès le premier coup d'œil.

I. La *division* α comprend la partie qui prolonge le Jura bisontin et longe le pied est de la Serre jusqu'au Doubs.

1° La base en est formée par un calcaire rose ou jaune, dont les oolithes, au lieu d'être miliaires comme celles du calcaire lédonien et du calcaire à chailles, sont cannabines, irrégulières, quelquefois peu serrées; on y trouve généralement des lumachelles de petites coquilles, de bryozoaires et d'articulations d'encrines qui en font quelquefois un véritable calcaire à entroques. — Son épaisseur est environ de 6 mètres.

2° La couche moyenne est des plus curieuses; c'est une marne ou un calcaire blanc, avec de rares taches bleues, constitué presque entièrement par des concrétions peu dures, de la grosseur d'une noisette, sorte de grosses oolithes dont le centre est généralement formé d'un débris de coquille. Cette couche renferme des céphalopodes, notamment de très-gros nautiles et l'*Ammonites subfurcatus* (*Parkinsoni*), des acéphales, tels que la *Pholadomya Murchisonæ*, une vraie lumachelle de brachiopodes, des échinides, tels que l'*Holectypus depressus*, le *Pygaster Gresslyi*. — Épaisseur : 5 mètres.

3° La couche supérieure est une alternance de bancs calcaires avec oolithes cannabines, bleus, et de marnes de même caractères. Les fossiles les plus communs y sont : *Ostrea acuminata*, *Ammonites subfurcatus*, *Pholadomya Murchisonæ*, *Ph. Vezelayi*. — Épaisseur : 7 mètres.

Tel est le type qu'on peut observer à Orchamps, à Lavans, à Romange, Wriange et Malange.

II. *Division* β. — Cependant, au bord de la Serre, vers Sermange, la division n° 1 (la division inférieure) est souvent colorée en rouge. Au mont Wassange, en face de la pointe nord de la Serre, la couche n° 2 ne renferme plus de concrétions oolithiques et est constituée par une marne blanche alternant avec un calcaire blanc, plus de petits bancs à fines oolithes. A Serre-les-Meulières, au-dessus du crêt bajocien (voir la coupe fig. 1), il y a une petite combe formée par la couche n° 2, qui est alors une marne d'un blanc éclatant se divisant en tablettes.

Ces modifications n'altèrent en rien d'essentiel le faciès de

division α. Mais sur le flanc ouest de la Serre la succession 'offre plus les mêmes caractères, comme on peut l'observer ux environs de Frasnes, à la Grande-Haie et au Mont-Guérin, insi qu'à Montmirey-le-Château.

1° Au-dessus du calcaire à chailles, on voit encore alterner lifférentes couches minces, vivement colorées; ce sont des calcaires marneux rouges, avec pinnigènes et débris d'entroques, puis des argiles jaunes avec céphalopodes et bryozoaires; le tout formant 1 mètre ou 2; par-dessus, un banc grisâtre, avec taches rouges, d'un calcaire à oolithes cannabines, de même épaisseur; enfin, une alternance de calcaires oolithiques (cannabins), avec débris d'entroques, et de marnes argileuses ou sableuses, avec une grande quantité de petits spongiaires, de bryozoaires et de brachiopodes ; les calcaires sont plus ou moins colorés, les marnes sont d'un rouge de sang.

Suivant toute probabilité, ces couches, épaisses de 7 ou 8 mètres, sont les analogues du n° 1 de la division α; mais ici la coloration ferrugineuse est très-intense, et on trouve des céphalopodes et surtout beaucoup de spongiaires.

Ces couches sont surmontées d'alternances de petits lits de alcaires cannabins et de marnes cannabines, vivement colo-ès en jaune, en bleu et en rose, qui paraissent être identi-ues au n° 3 de la division α. La couche n° 2 de cette division ne 'rait pas représentée.

III. *Division γ.* — A la pointe sud de la Serre, on trouve 'autres faciès dont l'étude complétera ce qui a déjà été dit.

1° Les carrières de Sampans exploitent, à la base, un cal-aire rose dont les oolithes sont cannabines, irrégulières, peu errées; bon nombre de bancs sont quelque peu jaunâtres; ais les plus remarquables sont à la partie inférieure : ce sont es bancs d'un rouge de sang qui ont été exploités pour les co-onnes posées au Nouvel Opéra de Paris. Ces couches, épaisses de plus de 15 mètres, sont évidemment l'analogue des couches rouges de la Grande-Haie. On y rencontre des bryozoaires, beaucoup de petits spongiaires, des encrines, des oursins, entre autres l'*Acrosalenia hemicidaroïdes*, qu'on est étonné de trouver à un niveau aussi inférieur.

2° Sur les dalles supérieures du calcaire de Sampans, on peut observer des traces de perforation et d'usure, des huîtres plates fixées sur la roche. En effet, la couche n° 2 manque.

3° La couche n° 3 est, au contraire, très-bien développée; elle se compose d'alternances de minces lits de calcaire et de

marne, tous oolithiques et vivement colorés en jaune, en bleu et en blanc.

Les fossiles y sont très-abondants ; les plus commun *Ammonites subfurcatus*, *Pholadomya Murchisonæ*, *Ph. V Ostrea acuminata*, *Pernostrea*, *Pecten*, *Lima* (ces trois sont très-nombreux), *Clypeus Ploti* (*patella*), *Stomechin lis*, *St. Vacheyi*, *Holectypus depressus*, *H. hemisphœricus*, *diadema subcomplanatum*, *Acrosalenia spinosa*, *A. hemicid Galeropygus Nodoti*, brachiopodes nombreux. Cette s'observe à Biarne, à Sampans, à Landon, au mont Ch Jouhe.

A Amange, au-dessus de calcaires légèrement coloré blables au n° 1 de la division α, on trouve des couch neuses, les unes blanches, les autres jaunâtres, qui pa établir un passage entre le n° 2 de la division α et les à *Clypeus Ploti* de la division γ (couche n° 3 de c vision).

Tableau des différents faciès du Bathonien irisé.

	DIVISION α. (Prolongement du Jura bisontin)	DIVISION β (Lisière de la Serre) 1° Flanc N.-E.	2° Flanc S.-O.	DIVI (Prolo de la p de la
Couche n° 3. .	C. Alternance de bancs calcaires et marneux à oolithes cannabines.	C.	C.	
Couche n° 2. .	B. Marne à concrétions suboolithiques.	B. (Pas de concrétions).	A'. Alternance de lits marneux et calcaires colorés en rouge de sang et en jaune vif.	A'. Ca Samp
Couche n° 1. .	A. Calcaires cannabins.	A.		
	Région située à l'E. de la Serre.		Région située à l'O. au S. de la Serre	

B. *Bathonien blanc.*— Cette division du bathonien est quable par la persistance de ses caractères, non-seu

aux environs de Dôle, mais encore dans toute la Franche-Comté.

1° *Calcaires cannabins.* — Calcaires d'un blanc gris, durs, avec quelques oolithes cannabines irrégulièrement disséminées. Peu de fossiles. Il est exploité à Sampans (carrières supérieures). Épaisseur : 5 mètres.

2° *Oolithe sub-crayeuse.* — Cette couche est en général d'un blanc très-net; mais quelquefois elle est d'un blanc pâle et même colorée en bleu pâle par taches rares. L'oolithe est presque toujours miliaire, très-fine et très-serrée; mais on observe fréquemment des lits de petits fossiles roulés et mélangés à des oolithes plus grossières, comme sous l'influence de courants. Elle se désagrége presque toujours à l'air.

Cette couche est caractérisée par la présence fréquente d'oolithes très-fines d'un blanc éclatant.

Les fossiles n'y sont pas rares; malheureusement quand ils existent, c'est par nids, et la plupart sont usés, surtout les spongiaires et les nérinées. J'ai eu l'occasion d'en voir de bien conservés dans la collection de M. Perron, à Gray, où il y a des gisements fossilifères remarquables; j'y ai vu des *Nerinea*, *Acteonina*, *Trigonia*, qui m'ont bien paru être parfaitement identiques aux espèces de MM. Morris et Lycett (*great-oolithe*). Épaisseur : 20 mètres.

3° *Calcaire ruiniforme.* — Calcaire d'un blanc un peu terne, très-dur, à cassure conchoïde; grâce à une particularité orographique, il forme de nombreux escarpements qui constituent les accidents les plus pittoresques de la Bourgogne et du Bas-Jura; ses rochers sont souvent troués et déchiquetés de manière à simuler des ruines.

La partie inférieure est moins compacte; elle montre parfois une tendance à se diviser en petits lits dont l'usure irrégulière par les agents atmosphériques produit l'effet d'une sorte de mosaïque; c'est le calcaire *en tablettes*. La partie supérieure est très-compacte, à stratification confuse; sous les efforts dynamiques qui ont mis à nu le bathonien blanc, dans le soulèvement post-bathonien, elle est souvent fendillée, et la disposition des lignes de stratification donne à son aspect ruiniforme des contours plus élancés; c'est le calcaire *en colonnes*.

On y trouve peu de fossiles, quelques nérinées et quelques polypiers difficiles à extraire de la roche. Épaisseur : 50 mètres.

C. *Bathonien jaune.* — 1° La base de cette assise est ordi-

nairement bien stratifiée, en bancs épais, de couleur un peu pâle avec veines roses. Par intervalles on aperçoit des petits lits marneux avec de larges huîtres fixées sur la paroi supérieure du calcaire; d'autres fois, ce sont des lumachelles de *Nerinea, Natica*, etc.

Fossiles principaux : *Ammonites subbackeriæ*, *Echinobrissus clunicularis* (très-nombreux, variété *major* et variété *minor*), *Hemicidaris luciensis*, *Pecten annulatus*, *Terebratula digona*. Épaisseur : 15 mètres.

2° Argile à *Terebratula coarctata*. — Cette petite couche, qui se retrouve très-constante, même dans le Jura graylois, est une argile jaune ou blanche, renfermant beaucoup de bryozoaires et de spongiaires.

Fossiles principaux: *Avicula decorata*, *Ostrea Marshii*, *O. acuminata*, *O. Sowerbyi*, *O. costata*, *O. gregarea*, *Terebratula digona*, *T. coarctata*; *Heteropora reticulata*, *Pecten annulatus*. Épaisseur: de 0m,10 à 2 mètres.

3° *Couches à silex rubanés*. — Ces couches sont généralement d'un jaune foncé; elles sont divisées en dalles très-minces par des fissures obliques à la stratification, ce qui leur avait fait donner par Thurmann le nom de *dalle nacrée*, mais ce caractère se retrouve dans les couches n° 1 du *Bathonien jaune*, et ne peut servir à désigner les couches supérieures; de plus, il n'est pas stratigraphique, mais bien orographique, car il est occasionné par les actions mécaniques qui ont agi sur les couches bathoniennes immédiatement après leur dépôt.

Ce qui peut, au contraire, les différencier de toutes les autres roches du terrain jurassique, c'est la présence de lits stratifiés de silex blanc, traversé par de minces et réguliers filets de nuances différentes.

Il arrive souvent que le calcaire se décompose à l'air pour former l'humus, mais les silex restent intacts dans la terre végétale; remués par la charrue ou la pioche, ils permettent de reconnaître le niveau géologique d'une façon infaillible.

Fossiles : *Hemicidaris luciensis*, *Acrosalenia spinosa*, *Echinobrissus conicus*. Épaisseur : 20 mètres.

§ 2. — *Groupe du Jura supérieur.*

Après l'étage bathonien, il y a eu, sur tout le pourtour de Vosges et au loin dans la mer jurassique, un mouvement con

sidérable qui fit émerger une partie du bathonien; en général, le rivage est formé par le bathonien jaune, dont quelques *témoins* demeurent à leur position stratigraphique normale, tandis que la plus grande partie est tombée au pied des escarpements formés par le calcaire ruiniforme.

Dans le Jura dôlois, le mouvement s'est prolongé longtemps; les dépôts marneux se sont logés dans les anses des contre-forts bathoniens, en disposition transgressive tant que dura le mouvement d'affaissement lent, c'est-à-dire jusqu'à l'étage corallien, et en disposition imbriquée quand le mouvement d'exhaussement lent reprit son cours régulier.

1° *Étage oxfordien.*

A. *Couches calcaires à minerai.* — Les couches les plus inférieures qui soient *à nu* dans le Jura dôlois sont les couches à *Ammonites Lamberti*, qui sont de l'oxfordien moyen. C'est à tort que M. Résal annonce la découverte du callovien; il aura été induit en erreur par la présence d'une ammonite voisine de l'*A. Jason*, mais qui est identique à une espèce anglaise d'un niveau supérieur.

Les anfractuosités qui limitent le bathonien jaune sont, dans les coupes du chemin de fer, tapissées par un vrai minerai, très-peu épais; peu à peu les courbes décrites par les premiers dépôts s'affaiblissent, et les derniers lits de cette petite couche sont plus rectilignes; ces lits sont des calcaires jaunes à *Ammonites Arduennensis*, *A. cordatus*, *Belemnites hastatus*. Les marnes contiennent les mêmes fossiles, plus le *Collyrites ovalis* et l'*Ostrea dilatata*. Épaisseur : 3 mètres.

B. Les véritables marnes oxfordiennes, d'un bleu foncé, avec fossiles pyriteux et nodules calcaires, renferment la faune ordinaire de la zone à *Ammonites cordatus*. Épaisseur : 20 mètres.

2° *Étage argovien.*

On m'a tellement reproché de fois, dans mes excursions géologiques, ce mot d'*Argovien*, que je tiens à en parler longuement ici. J'ai précisément le bonheur de retrouver les notes d'un projet de monographie de cet étage, et je puis m'expliquer à l'aise.

Les Allemands, avec leurs prétentions habituelles, ont repoussé l'idée si nette que M. Marcou avait dégagée de ses études à Zurich. Ils ont imaginé des *Scyphiakalk*, des *Birmens-*

dorferschichten, etc...; aujourd'hui, les géologues suisses connaissent que, grâce aux travaux allemands, la question tellement embrouillée qu'ils n'y comprennent plus rien.

L'étage argovien commence à l'apparition des grandes monites de la famille des *biplex*, d'un autre groupe caractéristique, voisin des *armati*, mais plus voisin encore pèces portlandiennes, et cesse à l'apparition du *Pygaster brella;* il comprend les zones à *A. canaliculatus*, *A. transversa* et d'autres encore. Il y a de tout dans cet étage : des calca à entroques, des calcaires à chaux hydraulique, des na de spongiaires, des récifs de coraux, des stations d'éch dermes. Ce n'est ni le calcaire à chailles, ni le calcaire à phies, ni quelque particularité quelconque; il s'y trouve pa des chailles, des polypiers, mais il y en a également dans le c lien, dans le bajocien. C'est l'étage argovien et pas autre ch Mais, dira-t-on, pourquoi est-il si mal défini? En général, cel vrai, on le définit mal, plus mal que beaucoup d'autres; reconnais et je l'explique. Voici comment :

Après cette note, j'en présenterai une autre qui traitera plement du soulèvement post-bathonien. Le résultat de ce lèvement est que le fond de la mer jurassique a formé, sur l' placement des monts Jura, un archipel qui a subi encore de breuses oscillations et un affaissement régulier pendant la mière partie du dépôt des couches du Jura supérieur. Quant dépôts ferrugineux auxquels se mêlaient ces milliards de phalopodes amenés de la pleine mer, succéda le régime courants littoraux caractérisé par les stations de zoophyt la fréquence de la silice, il est clair qu'il régna pendant certaine période un régime de transition entre ces deux si essentiellement différents. Si à cela on ajoute les v tions de mille courants traversant en tous sens l'archipel le sous-sol était le bathonien jaune, on concevra facile que la durée des zones, des dépôts, des stations animales, subir une infinité de variations locales, que les changen ne se sont pas effectués simultanément et de la même man Ce n'est que plus tard, lorsque le calme est revenu, lo l'ancienne loi d'émersion du Jura a repris son cours norm lent, que les modifications dans le régime des mers se r naissent avec des caractères identiques sur tout le bassi Jura. Nous ne sommes plus ici à l'époque du lias, où les se prolongent avec monotonie sur d'immenses surfaces, couche bitumineuse des *schistes de Boll* se retrouve telle

Nancy, à Besançon, à Poligny, en Suisse, dans le
rg.
ne tient pas compte de ces conditions, on ne com-
en à la géologie des dépôts post-bathoniens. Et c'est
qui arrive. Ici (Dôle, les Brenets), il manque tout
n, ailleurs (les Brenets), une partie du corallien : ici,
pour savoir si le callovien doit ou non exister, là,
re rangé dans le Jura inférieur ou dans le Jura su-
e corallien existe-t-il? Et puis encore, suivant la
l'Etallon, on divise l'argovien en deux sous-étages,
e l'inconvénient de prononcer ce mot fatal; on dit
holadomyen et le *Spongitien;* mais le second, le fameux
scyphies, est au-dessous du premier dans le Jura
c'est le contraire dans le Jura français. Enfin il y a
ires à scyphies. De là des discussions et des brouilles,
ant ils ont tous raison, je viens de le leur prouver.
on ours, adoptez l'argovien, et la géologie des monts
ndra alors intelligible.
leure manière de montrer comment l'adoption de
est indispensable à la clarté de cette partie de la
c'est de donner la description de cet étage dans le
s.
ion α. — Dans les pages précédentes, cette division
le faciès du Jura dôlois au voisinage du Jura bison-
e comprendra le Jura bisontin lui-même, sur lequel
ssaire d'insister un peu, en l'absence totale de tra-
riptifs sur la géologie de Besançon.
ive gauche du Doubs, de Fraizans à Salans (en face
it), on peut observer l'argovien bien à découvert.
dessus de marnes noirâtres, renfermant l'*Ostrea dila-*
'Ammonites cordatus, on voit une marne blanche,
is bleuâtre, souvent feuilletée, renfermant des bancs
de même couleur, assez durs, se séparant en gros

ouve beaucoup de pholadomyes sans côtes, d'ar-
C'est un vrai *pholadomyen.*
le niveau de cette grosse ammonite non décrite, de
des *armati,* mais plus ombiliquée et plus épaisse que
t de ses congénères. Je la désignerai par la lettre A..
rnes sont peu épaisses, 5 à 6 mètres à peine.
lessus, on observe un calcaire marneux, d'un gris
bité comme chaux hydraulique (carrière de Fraizans,

cimetière de Salans); il est stratifié en bancs minces, séparés par des couches de marne feuilletée, de même couleur. Dans le calcaire, on rencontre parfois des nodules à peine siliceux; ce sont évidemment de fausses chailles. Ce niveau est bien celui du calcaire à chailles de Besançon.

On y trouve le *Collyrites ovalis*, et un grand nombre de pholadomyes décrites par Agassiz; c'est également un niveau à *pholadomyes*. Épaisseur : 5 mètres.

b. La partie supérieure du calcaire est terreuse, avec des couches sableuses; on y recueille des encrines, des polypiers, des spongiaires souvent siliceux, la *Terebratula subcoarctata*. Épaisseur : 5 mètres.

Cette couche se retrouve à Salans, mais n'existe pas à Fraizans.

C. Argile grisâtre et grossière, renfermant des nappes de larges spongiaires souvent cupuliformes; à la partie supérieure, les bancs sont moins compactes. Les spongiaires sont généralement brisés et encroûtés par cette argile calcaire, mais ils ne sont pas roulés. Mêmes fossiles que la couche *b*, mêmes caractères de distribution. Épaisseur : 5 mètres.

Au-dessus se rencontre le calcaire corallien à fossiles siliceux: *Pedina sublœvis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pygaster umbrella*.

2° *Division α'*. — La vallée du Doubs occupe justement l'emplacement de l'argovien qui a été ou bien enlevé par l'érosion, ou bien recouvert par les cailloux bressans; de Fraizans à Rochefort, la berge gauche du Doubs n'est plus jurassique, et la berge droite est formée par les escarpements du bathonien blanc parfois flanqués de couches disloquées du bathonien jaune. Mais, à partir de Rochefort, l'oxfordien, recouvert en partie par l'argovien, suit le bord ouest du rivage bathonien dans une anse duquel il s'enfonce (environs d'Amange), sorte de *couloir* qui s'avance jusqu'à Serre-les-Meulières. Là on ne voit rien de pareil à la couche A.

Mais la couche B est reconnaissable, quoiqu'avec d'autres caractères. Les rognons calcaires y sont plus petits; ceux de la partie supérieure sont couverts de serpules et de trous de pholades.

La couche *b* y est pétrie de fossiles silicifiés parmi lesquels on peut citer : *Megerlea pectunculus*, *Cidaris Blumenbachii*, *Collyrites ovalis*, et un petit spongiaire extrêmement répandu, *Monothela perforata*.

plus de spongiaires, plus de silice; on a, au contraire, ne d'un blanc éclatant, avec de grosses pholadomyes, es huîtres de la famille des *dilatatæ*, de grands *Chem-* le n'est plus un spongitien comme la couche C de la α, mais un vrai pholadomyen. On voit que si les s suisses admettent deux niveaux de spongiaires, ce deux spongitiens, il faut ici admettre deux pholado- Ne vaut-il pas mieux reconnaître qu'il y a là un étage, *rgovien*, dont les dépôts littoraux offrent des varia-

hume, le *palier* argovien, qui butte contre le rivage n du bois des Ruppes, montre la couche B formée arne jaunâtre, dans laquelle sont disséminés de petits calcaires, ovoïdes, dont la dureté augmente de la cir- ice au centre, mais qui ne renferment pas de silice; ce etites chailles calcaires et régulières qu'on peut appeler *hailles*. La couche C de la division α', c'est-à-dire la lanche, y est bien développée; elle renferme une mul- e grandes huîtres dont j'ai pu recueillir une série in- te. A Archelange, elle est surmontée par un calcaire mal stratifié, contenant le *Glypticus hieroglyphicus*, *laris crenularis*, etc.

ssus de la faille, qui, auprès de Dôle, met l'argovien act avec le séquanien, on trouve quelques rares siliceuses et une mince couche avec *Megerlea pectuncu-* ôt calcaire, tantôt *siliceux*.

ision α''. — Le palier argovien de Dôle montre une riété du faciès littoral de l'étage argovien. Ce faciès bserver de la base au sommet : 1° dans la tranchée du de fer contre la gare de Dôle; 2° dans les Grandes- s.

s marnes à *Ammonites cordatus*, on voit d'abord une marneuse, d'un rouge vif, de quelques centimètres d'é- ; pas de fossiles. Puis une couche calcaire de es environ, dont les caractères ne sont pas stables. tranchée du chemin de fer, les premiers bancs qui ent la marne rouge sont d'un jaune vif, compactes, à plane, montrant des paillettes spathiques. On y trouve nonites de la famille des *biplex*, un grand nombre lus d'une certaine espèce de perne, de grosses phola- etc. En remontant la série, les calcaires deviennent olorés; ils sont stratifiés en bancs plus minces et per-

dent leurs feuillets spathiques; plus haut encore, contr gare, ils revêtent une texture oolithique, deviennent blanch et alternent avec des couches marneuses.

Aux Grandes-Carrières, l'équivalent des couches A e offre la coupe suivante :

1° Calcaire d'un blanc mat, renfermant une grande quantité d'articulations d'encrines très-grêles, d'un blanc éclatant. . . .
2° Calcaire renfermant des articulations d'encrines moins abondantes, mélangées avec des oolithes, gris-bleu ou gris à la cassure, mais devenant à l'air d'un blanc sale. . . . . .
3° Calcaire oolithique miliaire blanc ou bleu clair. . . . . .
4° Calcaire irrégulièrement oolithique, d'un blanc sub-crayeux, avec de rares rognons de silice blanche, désagrégée, tachant les doigts. . . . . .

Total. . . . . .

Tels sont, dans la *division* α'', les analogues des couc et B des *divisions* α *et* α'. On voit que malgré la proximi la distance il y a d'énormes différences.

C. *Marnes de Dôle.* — La couche que j'appelle ain précisément la même que la couche C de la *division* α' (d'Amange) et n'a pas de rapports avec la couche supé du Jura bisontin (argile à spongiaires de Salans). Il est i d'en retracer les caractères. Ajoutons seulement qu'on y t des couches d'un calcaire feuilleté, quelquefois en tablet même en dalles. On y recueille des ammonites de la f des *canaliculati*. Épaisseur : 10 mètres.

La base et le sommet se séparent un peu de la masse tendance des couches calcaires à se présenter en rog la base est dépourvue de fossiles, le sommet renferm faune dont plusieurs espèces passent dans l'étage co mais dans sa partie inférieure seulement.

Dans la *division* α'', la base est exploitée comme pie taille, le sommet, pour la chaux hydraulique; dans la *sion* α, c'est la base qui fournit la chaux hydraulique allons voir que dans la *division* β, tout l'étage présente ractère.

4° *Division* β. — Ici, plus de traces de spongiaires; base au sommet, il n'y a que des stations de pholadomy faciès n'est plus littoral, mais subpélagique. Il s'obse sud et sur le flanc ouest de la Serre.

Au sud de la Serre, il prolonge l'argovien du palier de Dôle, de Champvans à Saint-Ylie. Sur le flanc ouest de la Serre, il entoure les pitons bathoniens en formant des *ceintures* ou des *selles*.

A. La base est un calcaire marneux, se fusant à l'air, d'un bleu pâle.

B. Les bancs supérieurs sont blancs avec taches ocreuses; on y trouve la perne des calcaires inférieurs de la *division* α'', et l'ammonite de la famille des *armati* signalée plus haut sous la lettre A, dans la couche A de la division α. Tout au sommet, le calcaire devient moins marneux; il contient plusieurs espèces d'ammonites voisines de la précédente. Épaisseur : 20 mètres.

C. *Marnes de Dôle.* — Marnes blanches, avec bancs de calcaires marneux intercalés; les uns sont très-terreux et renferment la perne déjà citée, et un grand nombre d'huîtres dont il a été également parlé. On y trouve, comme dans la zone inférieure, des fossiles dont le test est remplacé par une mince couche ocreuse (*Arca*, *Pholadomya*, *Cardium*). Les bancs supérieurs sont plus durs et plus minces, et renferment beaucoup de petits acéphales, ainsi que quelques fossiles qui sont très-communs dans le corallien. Cette couche peut s'observer très-bien au mont de Champvans, à Plumont, au-dessus de la prise d'eau.

Voilà donc un étage qui, sur un espace de quelques lieues, a quatre faciès principaux différents, qui renferme des nappes de spongiaires, des chailles calcaréo-siliceuses, des marnes, des calcaires terreux, oolithiques, à entroques même. N'est-il pas naturel de supposer que, dans toute l'étendue des mers du Jura, les variations ont présenté des caractères bien autrement graves? Parce qu'il sera calcaire, ce n'est pas une raison pour en faire de l'oxfordien; parce qu'il sera siliceux, à chailles, avec des nappes de spongiaires ou des récifs de coraux, ce n'est pas une raison pour en faire du corallien.

Tableau du synchronisme des couches argovien

FACIÈS LITTORAUX.			4° PAL (Di
	JURA DOLOIS.		
1° JURA LISONTIN. (Division α)	2° COULOIR D'AMANGE et palier d'Authume. (Division α')	3° PALIER DE DÔLE. (Division α'')	Extrém du J
Couche à Spongiaires. (C)	Marnes de Dôle. (C)	Marnes de Dôle. (C)	Mar
Couche à *Megerlea pectunculus*. (b)	Couche à *Megerlea pectunculus*. (b)	A. *canaliculatus*.	A ca
Calc. rognonné avec fausses chailles. (B)	Fausses chailles. (B)	Calcaires à entroques. — oolithiques. — terreux. Calcaires à lamelles spathiques, représentant (B) et (A)	Mar Am
Marnes bleues à *Ammonites A*. (A)	Inconnu. ?		(B
Marnes à *A. cordatus*.		Marnes à *A. cordatus*	

Pour finir, j'ajouterai une observation utile aux s se préoccupent du tithonique. L'*Ammonites* A ne se que des espèces portlandiennes. Aux Grandes-Ca trouve en assez grande quantité l'*Echinobrissus a* n'a jamais été recueilli plus bas que le kimméridgie

Je suis intimement convaincu qu'une étude at l'argovien dans le Jura dôlois donnerait d'autres ol du même genre, et qu'on pourra en conclure que le du Jura supérieur, que l'on appelle des *étages*, n lables que dans la région littorale ou subpélagique un régime très-compliqué de courants, mais qu'à mer elles doivent disparaître.

L'étude de l'étage argovien montre que les station à zoophytes nous donnent *quatre* couches différen que le faciès subpélagique n'en donne qu'*une*.

D'après ces idées, l'étage argovien n'existerait q

une certaine distance du rivage, distance que des travaux ultérieurs pourront déterminer exactement, mais qui a dû s'écarter assez peu de la pointe sud de la Serre, tandis qu'elle s'éloigne beaucoup du rivage, en face du golfe alsatique (Gressly).

3° *Étage corallien.*

D'après les particularités précédentes sur les stations des faunes argoviennes, on peut conclure que la partie du Jura dôlois qui touche au Jura bisontin offre le caractère d'une région littorale, tandis que la partie de cette contrée qui s'étend au sud de la Serre tend de plus en plus à revêtir le caractère pélagique; les paliers argoviens de Dôle et d'Authume présentent un mélange des deux faciès; mais si l'on s'éloigne de la Serre, on constate une uniformité de la roche et de la faune qui contraste avec les variations nombreuses que l'une et l'autre présentent le long du rivage bathonien.

Le mouvement général d'affaissement qui a suivi le soulèvement post-bathonien se termine au dépôt des marnes de Dôle; en même temps se produisaient des mouvements particuliers qui achevaient de donner au rivage l'aspect définitif qui ne devait cesser qu'avec les terrains jurassiques. C'est sur ces couches, venant de recevoir leur dernier modelé, que se sont déposées les assises coralliennes. La configuration du bassin qui entourait alors le Jura dôlois peut se déterminer par l'observation des faunes qui ont succédé à la faune argovienne.

I. *Division α.* — De même que pour l'argovien, nous irons chercher ce faciès dans le Jura bisontin, de Fraizans à Salans. Là, les couches argoviennes sont surmontées de vrais récifs fossiles de zoophytes. L'étude de ces récifs serait d'un haut intérêt, car leur distribution est des plus variables.

Ici (Salans), les polypiers largement étalés sont nombreux et entourés de leur colonie habituelle d'échinides, de peignes, etc.; les fossiles sont irrégulièrement siliceux. Là (Fraizans), les encrines remplissent la roche du milieu de laquelle leurs racines énormes se détachent par l'aspect chatoyant de leurs nacre blanche, rose ou noire; les tiges paraissent être en place ou légèrement couchées, les calices, les bras sont bien conservés: tous les fossiles sont calcaires.

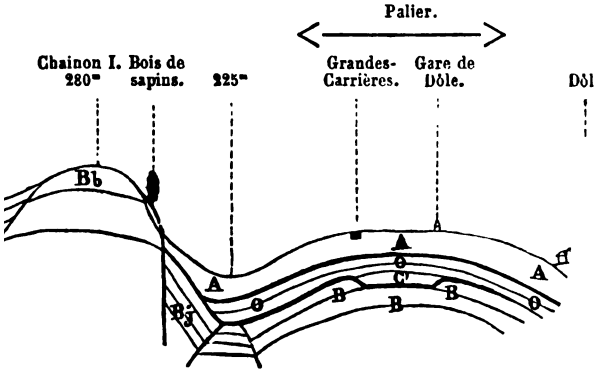
II. *Division β.* — Le palier d'Authume est surmonté de quel-

ques couches coralliennes qui sont siliceuses par t
l'ensemble de la zone corallienne qui borde les
argoviens de Dôle et d'Authume offre un aspect t
du faciès α (1).

---

(1) Il serait trop long d'expliquer complétement ici ce qu
ces mots : *paliers argoviens*. Ce sujet rentre dans la partie
qui traite de l'orographie. Pour le moment, il suffit de savoi
des escarpements formés par le bathonien blanc, les couch
de l'argovien sont fortement inclinées et sont étalées sur les c
du bathonien jaune ; mais, à quelque distance de la lisière b
couches argoviennes reposent sur une voûte surbaissée du
elles sont séparées par l'oxfordien, de manière à former une
ment plate qui a reçu ici le nom de *palier*. On peut consta
Dôle et un à Authume. Les mouvements particuliers du riv
lieu à la faveur de l'affaissement général depuis le calloviei
rallien, donnèrent à ces paliers une configuration de plus en
la partie plate resta un haut-fond pendant l'argovien, comme
les variations de faune et de roche dont le caractère est éminei
tandis que le pied de ces paliers s'enfonca graduellement de
ner un bas-fond, comme on est forcé de le constater par l'a
des dépôts coralliens de Dôle et par la coupe bizarre qu'un
tesque et incompréhensible serait seule capable d'expliquer. C
ce palier, les roches coralliennes et séquaniennes viennent h
argovien.

Fig. 2. — *Coupe du palier argovien de Dô*



Bb. — Bathonien blanc.
Bj. — Bathonien jaune.
C'. — Callovien (?).
O. — Oxfordien.
A. — Arg
C. — Cor
S. — Séq
Br. — Ca

Les couches inférieures de l'étage corallien y sont composées d'un calcaire marneux mal stratifié, s'enlevant en plaquettes irrégulières. Les oursins sont nombreux et bien conservés; mais les polypiers sont usés et irrégulièrement enveloppés d'une gangue calcaire très-adhérente. On ne saurait voir dans cette couche que des lits mal agglutinés par l'effet du mouvement des vagues, au milieu desquels se rencontrent des fossiles dont les uns sont en bon état, les autres plus ou moins charriés. Ce n'est pas, il est vrai, un parfait faciès de transport; mais les polypiers n'y vivaient évidemment pas sur place comme dans les récifs de Fraizans. La silice est rare dans ces couches, dont l'épaisseur est de 4 ou 5 mètres.

Les fossiles les plus répandus sont : *Pygaster umbrella*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Cidaris Blumenbachii*, *Hemicidaris crenularis*, etc., des *Pecten*, des *Lima*, des *Terebratula*, des *Rhynchonella*.

Au-dessus de ces couches calcaréo-marneuses, on observe un calcaire compacte, gris, sans oolithes, à cassure bréchiforme; les couches inférieures contiennent des polypiers dont les calices ne sont pas déterminables, des baguettes de *Cidaris*, des térébratules et des rhynchonelles; les couches supérieures ne contiennent plus que des brachiopodes. On a une bonne coupe de cette assise dans les rochers de Saint-Ylie; sa puissance est de 15 mètres environ.

La troisième assise est un calcaire oolithique dont les oolithes sont peu serrées, irrégulières; le calcaire est gris et gris-bleu, très-compacte. Les fossiles y adhèrent au point qu'on ne peut les obtenir que sur la surface de séparation des lits; ce sont des nérinées, des *Diceras*, parmi lesquels j'ai pu reconnaître le *Diceras arietinum*. Puissance : 15 mètres.

La dernière assise est un calcaire compacte, à cassure conchoïdale, d'un blanc plus ou moins pur, et renfermant quelques petites nérinées; quelques couches marneuses, sans fossiles, terminent l'étage corallien. Puissance : 10 mètres.

III. *Division γ*. — Si l'on comprend dans cette division la zone corallienne qui s'étend sur la lisière occidentale de la Serre, on peut constater que là, à l'inverse de ce qui avait lieu pour les étages inférieurs, tout se passe comme à Dôle sur le bord des paliers.

A Raynans, l'argovien est visible : ce sont les marnes de Dôle; le corallien offre quelques traces de silice et de polypiers en place comme sur le palier d'Authume. A Menotey, l'argovien

et le corallien sont les mêmes qu'à Saint-Ylie; de même à Chevigney, à Brans. Cette uniformité de roches et de faunes implique nécessairement l'identité de conformation des régions; il faut donc admettre que le pied occidental de la Serre était le rivage d'une mer profonde, ou assez voisine d'une mer profonde soumise au régime sub-pélagique.

C'est, en effet, ce qui existe.

M. E. Perron, dans ses études géologiques dans la Haute-Saône, a indiqué très-nettement la conformation du golfe vésulien au moment où commença la série des couches coralliennes. Il a rédigé, il y a une dizaine d'années, un mémoire encore manuscrit que M. de Fromentel a mis à contribution pour son Introduction à la description des polypiers coralliens de Champlitte (*Société linnéenne de Normandie*); grâce à l'obligeance de l'auteur, j'ai ce mémoire sous les yeux, et je suis heureux de faire connaître le travail de celui qui a conseillé et encouragé mes premières études géologiques.

D'après M. Perron, le golfe vésulien communiquait, à l'époque corallienne, avec le bassin de Paris par le détroit vosgien *non encore fermé*, et avec le bassin du Jura par la région qui s'étend au pied des contre-forts bathoniens qui prolongent la pointe méridionale de la Serre. Après les dépôts argileux de l'oxfordien, les dépôts argilo-calcaires de l'oxfordien supérieur (argovien) consolidèrent quelque peu les vases du golfe; les nappes des spongiaires purent s'étaler sur les hauts-fonds comme une sorte de dallage propre à l'établissement des polypiers coralliens, qui se développèrent alors avec une richesse remarquable, mais d'une façon différente suivant la conformation du rivage. Sur la rive droite de la Saône, c'est-à-dire sur les hauts-fonds à pente douce qui s'étalaient au pied sud et sud-ouest des Vosges, les polypiers s'accumulaient en couches successives qu'on retrouve aujourd'hui en parfait état de conservation; les calices de ces zoophytes sont parfaitement bien conservés. Champlitte est, du reste, une localité renommée pour le nombre et la beauté de ses polypiers. Mais contre le rivage qui s'étendait au pied du môle vosgien (bande de jurassique inférieur qui reliait la Serre aux Vosges), les couches inférieures du corallien ne renferment que des coquilles brisées, des polypiers usés; on y trouve à la fois les caractères d'un dépôt de transport et d'une mer profonde. Le seul fossile qu'on y rencontre entier est le *Trichites giganteus*. Ce faciès peut s'observer à Charcenne, tout contre le Jura bisontin.

Il résulte de là que les pentes douces, favorables aux récifs, qui prolongeaient le pied des Vosges, s'enfonçaient brusquement vers le milieu du golfe pour se continuer par un bas-fonds; les courants paisibles qui favorisaient sur la côte le développement de ces masses de polypiers siliceux, devenaient, au large, soumis à un régime d'agitation.

C'est exactement ce que nous enseigne l'étude des couches coralliennes de Dôle. D'après cela, il est évident que la division β et la division γ n'en font qu'une. Si elles ont été séparées dans la description, c'est pour rendre plus facile au lecteur cette idée que le flanc nord-ouest de la Serre, si différent des environs de Dôle pendant les étages du jurassique inférieur, se trouvait, dès l'époque corallienne, en parfaite conformité avec eux. Ce fait prouve bien l'importance du soulèvement post-bathonien et des mouvements moins étendus qui l'ont suivi.

Dans le Jura graylois, comme dans le Jura dôlois, comme dans le Jura bisontin, les dépôts coralliens peuvent se classer en deux parties distinctes.

La partie inférieure est toujours riche en polypiers accompagnés d'une grande quantité d'oursins; les polypiers appartiennent à des espèces larges et plates à la base de l'étage, globuleuses un peu plus haut (M. E. Perron). La roche est marneuse ou calcaréo-marneuse, imprégnée de silice dans les stations littorales.

La partie supérieure contient encore des polypiers appartenant à des espèces de forme élancée; les gros gastéropodes y abondent (*Nerinea*, *Chemnitzia*, *Turbo*, *Trochus*, *Pleurotomaria*, etc.). La roche est calcaire, compacte, oolithique; son faciès se rapproche beaucoup de celui des roches des étages supérieurs du terrain jurassique.

Les patientes recherches et les vues originales de Gressly ont été sur l'étude du corallien un jour tout nouveau; mais une telle matière est loin d'être épuisée, et plusieurs années se passeront avant qu'on soit fixé sur le rôle de cet étage dans la classification jurassique. Cependant on doit reconnaître qu'on a fait des progrès depuis l'époque où l'on appelait *coral-rag* un ensemble de couches renfermant des polypiers; l'introduction des étages argovien et séquanien, due à M. Marcou, a été un premier pas dans l'éclaircissement des difficultés. M. Greppin (*Essai géologique sur le Jura Suisse*) a proposé, avec raison, l'abandon du mot *corallien* qui représente pour les géologues de pays différents des idées aussi opposées entre elles; il pro-

pose d'appeler étage *rauracien* ce qui reste de l'ancien corallien qu'on a depuis simplifié et délimité plus nettement. Dans mon *Essai sur une nouvelle classification des terrains jurassiques*(1) je suis allé plus loin, en reléguant l'étage corallien proprement dit au rang d'un sous-étage; je n'ai pas voulu introduire la dénomination excellente due à M. Greppin pour ne pas trop choquer les notions habituelles de la géologie française; je reconnais cependant qu'il y aurait tout avantage à le faire.

4° *Etage séquanien.*

Dans une note sur le séquanien aux environs de Dôle (*Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 155), j'ai donné la série des couches de cet étage. A ce propos, je ferai remarquer que la figure 3 (p. 159) est inexacte, et qu'aucune différence de stratification ne peut s'observer à la limite des étages séquanien et corallien.

C'est à M. Perron que je dois le point de départ de cette étude. Dans un envoi de fossiles que je lui avais fait pour obtenir des déterminations, ce géologue fut frappé de la faune de Damparis et de Saint-Ylie, et y reconnut l'étage séquanien qu'il avait depuis longtemps étudié aux environs de Gray. Plus tard, je vis le séquanien dans le Jura graylois, et je retrouvai exactement les couches de Damparis, Brevans, Crissey ; la ressemblance était parfaite, à quelques exceptions près, parmi lesquelles on peut citer la présence des astartes dans les couches inférieures du séquanien graylois.

A Dôle, ce genre d'acéphales est très-rare, et ne forme plus ces lumachelles qui ont fait donner à cet étage le nom d'*astartien*, sous lequel il est encore connu dans le Jura français et dans le Jura suisse.

Depuis l'époque (1865) où j'ai publié ma note, l'étage séquanien, alors fort discuté, est universellement admis; il suffit de regarder les feuilles de la carte de Suisse pour juger de l'importance qu'on lui accorde aujourd'hui. En dehors du Jura, M. Cotteau, cédant un peu aux instances de M. Michelot, s'est occupé des assises à *Terebratula humeralis*, et a reconnu combien elles sont différentes de ce qu'on appelait à tort le *coral-rag*. A Boulogne, à Trouville, on trouve des couches plus ou moins épaisses caractérisées par une petite faune d'astartes,

(1) Voir *infrà*, séance du 7 septembre 1871.

d'huîtres, de térébratules, de gastéropodes, qui est parfaitement séquanienne, tout aussi bien que celle de Damparis. M. Michelot, qui a visité un grand nombre de localités dans le bassin de Paris et dans le Jura, est convaincu de ce fait, et les coupes qu'il m'a montrées ne permettent pas d'hésitations.

Dans la note dont j'ai parlé, je ne m'étais proposé que la description des couches, sans pouvoir les grouper. Quand je reprendrai une étude sur le terrain, j'achèverai cette partie de ma tâche; dès à présent, en rappelant mes souvenirs, je crois pouvoir caractériser ici le séquanien de Franche-Comté de la façon suivante :

Au-dessus des calcaires compactes blancs, avec quelques nérinées, du corallien supérieur, on rencontre une couche variable dans son épaisseur et ses éléments. En général cette couche est de 15 mètres ; elle se compose de calcaires jaunes à oolithes miliaires; quelques bancs sont blancs et offrent l'aspect du *great oolithe* de France et d'Angleterre. De nombreux lits de calcaire schisteux sont intercalés. A la partie supérieure, on rencontre une assise de calcaire gris-bleu, à cassure pailletée, s'enlevant en dalles, dont les supérieures portent des traces d'usure par les vagues.

Les fossiles de la partie inférieure sont roulés; ce sont généralement des nérinées coralliennes, des serpules en paquets, des polypiers sur lesquels sont fixés des mollusques perforants; un peu plus haut, ces fossiles roulés sont mélangés de petits fossiles bien intacts. Quant aux calcaires schisteux, ils renferment une grande quantité d'acéphales généralement sans test et beaucoup d'autres fossiles. Cet ensemble de calcaires forme une assise qu'on peut appeler la partie inférieure du séquanien, car ses dernières couches portent la trace de l'action des vagues et semblent ainsi se séparer de celles qui les surmontent.

Celles-ci comprennent un massif marneux au milieu duquel est intercalé le banc épais des calcaires exploités entre Saint-Ylie et Damparis. La faune des couches marneuses ressemble beaucoup à celle du séquanien inférieur; mais la présence de céromyes, d'huîtres et de pholadomyes, voisines des espèces kimméridgiennes, conduisent le géologue à y reconnaître un sous-étage différent de celui des calcaires inférieurs.

Les calcaires compris dans ces marnes forment à Damparis un banc très-épais qui fournit le *marbre de Saint-Ylie;* mais

dans les environs de Gray, ils sont mal stratifiés, fissiles, et ne peuvent être exploités que pour l'entretien des routes. La faune de cette assise calcaire se compose surtout de nérinées qui sont encore peu étudiées, mais qui paraissent bien différentes des nérinées coralliennes.

Dans le Jura dôlois, il n'est pas possible de délimiter en haut l'étage séquanien; mais tout porte à croire que les dernières couches séquaniennes qu'on peut y observer ne sont pas celles sur lesquelles repose l'étage suivant.

5° *Étage kimméridgien.*

Aux environs de Raynans, au milieu de roches bouleversées, on peut observer, au-dessus de calcaires sans fossiles, une couche marneuse contenant des *Ostrea virgula* roulées.

Ces roches sont-elles kimméridgiennes ou portlandiennes? C'est une question difficile à résoudre. Les étages du terrain jurassique supérieur ont été, dans cet endroit, comprimés par la chute d'une voûte gigantesque formée par le lias et le terrain jurassique inférieur, qui, en s'arc-boutant sur les roches supérieures, ont produit des accidents orographiques singuliers, au milieu desquels la stratigraphie est très-pénible. Un peu en dehors du Jura dôlois, à Pesmes, M. Perron assimile des calcaires compactes, perforés, aux calcaires portlandiens.

Le long de l'escarpement qui surplombe la rive gauche de l'Ognon, entre Pesmes et Montrambert, on observe un massif de calcaire dans lequel on peut bien reconnaître diverses assises, mais qui est dépourvu de fossiles. M. Michelot y voit le séquanien supérieur, le kimméridgien et le portlandien inférieur.

IV. — Dépôts postérieurs au terrain jurassique.

1° *Terrain crétacé.*

Étage néocomien. — M. Perron a découvert, aux environs de Brans, une vigne dans laquelle on trouve le *Spatangus retusus* et l'*Ostrea Couloni* en grande abondance. M. Michelot, qui m'a montré ce gisement, a remarqué que la terre rougeâtre, qui renferme ces fossiles, est encadrée dans une terre blanche contenant l'*Ostrea virgula*, et comprend, à son centre, un espace de quelques mètres carrés dans lequel on trouve des fossiles à test sulfuré qu'il considère comme des espèces du gault.

Le néocomien et le gault ont été retrouvés par M. Perron et par M. Pidancet aux environs de Vitreux (au delà d'Ougney).

2° *Dépôt Bressan.*

Dans les anfractuosités du Jura dôlois et tout autour du massif péninsulaire formé par les roches jurassiques, on trouve une argile rougeâtre, souvent ferrugineuse, renfermant un nombre variable de cailloux roulés appartenant à des roches siliceuses étrangères aux Monts-Jura. L'origine de ces roches est encore problématique; leur détermination est cependant un problème facile, que je me propose d'aborder dès que le temps me le permettra. La forêt de Chaux est tout entière sur ces cailloux, sur les sables et les argiles qui en dépendent, et constitue un vaste espace boisé qui s'étend dans le golfe compris entre le Jura dôlois, le Jura bisontin et le Jura salinois.

Suivant les probabilités minéralogiques, ces roches, dans lesquelles le quartz et les quartzites entrent pour une notable fraction, doivent provenir des Vosges; et cependant elles ne se rencontrent pas ou très-peu sur le versant du Jura dôlois qui regarde ces montagnes, tandis qu'elles couvrent sur une épaisseur de 20 à 30 mètres le revers opposé. Cette anomalie peut s'expliquer par des mouvements de glaciers; la forme et l'agencement de ces cailloux roulés sont, du reste, des preuves de l'origine glaciaire de ce dépôt; cependant la présence du fer qui y forme un véritable minerai ne paraît pas pouvoir résulter exclusivement de l'action des glaces.

Entre Mont-sur-Vaudrey et Poligny, on peut observer la superposition des débris des moraines quaternaires au dépôt bressan, ce qui conduit à considérer ce dernier comme antérieur à la grande débâcle qui précipita les glaciers jurassiens dans la vallée du Rhône. Mais ces cailloux bressans sont-ils bien tertiaires comme le supposent les quelques auteurs qui y ont fait allusion? C'est ce qu'il n'est pas encore permis d'affirmer.

3° *Dépôts quaternaires.*

Ici, les difficultés sont encore plus grandes. Il est difficile de supposer que la Serre avait des glaciers, car tout porte à croire que l'orographie quaternaire du Jura dôlois différait peu de l'orographie actuelle.

Mais il est hors de doute que la fusion des glaciers du Haut-Jura fût une source d'inondations gigantesques qui parcouru-

rent violemment le pied occidental des Monts-Jura. Le fait a été longtemps nié est parfaitement acquis par des obse tions qui ne sauraient trouver place dans une note succinc

Dôle est trop éloigné du parcours des masses glaciaire mouvement pour que l'action oblatrice ait été considéral aussi le phénomène gigantesque de la débâcle jurassie n'est-il manifesté dans le Jura dôlois que par des dépôts su ficiels qui, aux environs de la Serre, ont remanié les ro siliceuses de cette montagne, pêle-mêle avec les silex rul nés du bathonien jaune et quelques cailloux calcaires. coupes des derniers dépôts sont celles qui résulteraient de mous, de remaniements opérés seulement en des points nombreux.

Cette question est certainement du plus haut intérêt, mai peut être résolue que par l'étude de la dislocation des mora dont quelques débris encore peuvent être observés au-de de Poligny et de Salins.

M. Belgrand, ne pouvant de quelques jours s'abse de Paris, la Société décide que la course projetée à la dole est renvoyée au jour où notre savant confrère po nous conduire lui-même sur le lieu de ses intéressa découvertes.

Le Président annonce que le Règlement révisé p Conseil, dans ses séances des 11 et 14 avril, 9 et 23 mai et qui n'a pu être discuté par la Société dans sa séa 27 juin 1870, par suite de l'insuffisance du nomb membres présents ce jour-là (article 12 du Règl (Voir *Bull.*, t. XXVII, p. 696), sera soumis à l'exam vote de la Société, dans la seconde séance de n 1871, soit le 20 novembre 1871.

La Société décide ensuite, sur la proposition taire, qu'elle tiendra une séance suppléme jeudi 7 septembre, à huit heures du soir.

Séance du 7 septembre 1871.

PRÉSIDENCE DE M. PAUL GERVAIS.

M. Bioche, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Rames, *La Création d'après la Géologie et la Philosophie naturelle*, 2e fascicule, Paris, 1871, chez Savy.

De la part de M. Terquem, *Troisième mémoire sur les Foraminifères du système oolithique, comprenant les genres* Frondicularia, Flabellina, Nodosaria, Dentalina, etc., *de la zone à* Ammonites Parkinsoni, *de Fontoy* (*Moselle*) (2e *série*), in-8°, 197 à 278, pl. XXII à XXIX, Metz, 1870, chez Lorette.

De la part de M. Tournal, *Compte rendu des Courses géologiques de l'Aude* (*année* 1871), in-8°, 8 p., Bagnères-de-Bigorre, 1871, chez J. Cazenave.

The Journal of the Royal Dublin Society, t. V, 1870.

M. A. Gaudry dépose sur le bureau, de la part de M. J. B. Rames, le 2e fascicule de la *Création d'après la Géologie et la Philosophie naturelle.*

Il met ensuite sous les yeux de la Société, au nom de M. Farge, un fragment d'avant-bras d'*Halitherium*, trouvé à Chavagnes (Maine-et-Loire), et communique à ce sujet la note suivante :

Sur un fragment d'os d'Halitherium portant des traces d'incisions; par M. Farge (Pl. II).

J'ai l'honneur de faire présenter à la Société un fragment d'os d'*Halitherium*, *radius* et *cubitus* (M. Albert Gaudry a eu l'obligeance de vérifier cette détermination), qui paraît porter de nombreuses traces d'incisions.

Cet os a été remis à M. du Landreau, avec plusieurs fragments de côtes, par les journaliers qu'il emploie pendant l'hiver à tirer de la mollasse coquillière destinée aux fours à chaux, et des faluns meubles utilisés comme amendement des terres. La localité est Chavagnes-les-Eaux, petit bourg de Maine-et-Loire, à 10 kilomètres de Doué-la-Fontaine, où Renou avait recueilli un grand nombre de coquilles tertiaires décrites par Lamarck, et quelques-uns des os ou dents rapportés par Cuvier à son *Hippopotamus medius*, et plus tard au Lamantin d'Angers.

On paraît généralement d'accord pour placer ce terrain dans le miocène moyen, le falunien de d'Orbigny; il renferme en abondance les dents du *Carcharodon megalodon*, la plupart des coquilles des faluns de Touraine, avec lesquels il se relie au nord du département, et M. l'abbé Bardin vient d'y signaler plus de cent espèces de gastéropodes communes au bassin de Vienne et à l'Anjou, d'après les déterminations d'Hœrnes lui-même.

Les bancs sont tantôt compactes sur toute leur épaisseur, comme à Doué, où ils ont une puissance connue de plus de 10 mètres, tantôt compactes à la surface seulement pendant 3 à 4 mètres, au-dessous desquels se trouve une couche meuble plus épaisse; les uns et les autres sont formés presque exclusivement de débris de coquilles et de bryozoaires souvent réduits en poussière, et d'un peu de sable avec petits cailloux roulés; ceux-ci ne sont point en lits distincts, mais partout mélangés à la pâte.

C'est de la couche compacte que provient le fragment que je présente.

Les stries ou traces d'incision y sont nombreuses; on en compterait bien une vingtaine; elles ont toutes les mêmes directions, mais en général elles sont très-obliques par rapport à la longueur de l'os; la plupart sont superficielles, quelques-unes étroites et fines, d'autres plus larges et comme si un lambeau de quelques millimètres eût été détaché. Elles occupent toutes les faces de l'os, plus spécialement l'antérieure et l'externe. Enfin elles ne sont point récentes; la gangue pénètre dans quelques-unes, et les bords sur plusieurs sont mousses et même légèrement frottés.

L'origine de ces entailles me laisse, je l'avoue, plus d'un doute, et, si nettes qu'elles soient, elles ne ressemblent pas à celles que j'ai vues sur les os de la période quaternaire.

Il est difficile de se rendre compte du but dans lequel elles iraient été faites. Ce but aurait dû être la fragmentation de l'os, oit pour l'extraction de la moelle, soit pour la préparation 'un instrument, ou bien encore le grattage. Ces différentes ntentions déterminent dans les incisions des caractères que je rois assez constants. Tout d'abord il faut écarter la recherhe de la moelle, puisque les os des mammifères aquatiques 'en contiennent pas. Mais la fragmentation, même pour un ut ignoré, a encore, qu'on nous permette de le dire, ses ègles et ses procédés. Si maladroits que soient les coups, si ombreuses que soient les tentatives de l'instrument tranchant, s traces sont toujours très-rapprochées, tendant au même oint, bornées le plus souvent à une face ou au plus à des rfaces opposées symétriquement, enfin elles ont une direcon d'ensemble qui les fait concourir à peu près au même oint. Celles de l'os que j'étudie sont disséminées partout, sur us les points, sur toutes les faces, dans toutes les direcons.

Reste le grattage. Les traces sont généralement plus superielles que celles que nous voyons ici, le plus souvent parallles entre elles, occupant les points d'adhérence des chairs, suivant la longueur de l'os, telles, en un mot, à la finesse rès, que les font les anatomistes novices dans la préparation es os avant ou après macération. Dans notre pièce, l'os n'est as gratté, il est incisé.

Cependant ces incisions sont beaucoup moins profondes que elles qu'a montrées M. l'abbé Delaunay sur des côtes d'un nimal du même genre et du même étage géologique, mais une localité distante d'environ 80 kilomètres (Saint-Michel-dehaine, près Pouancé, Maine-et-Loire). Celles-ci entament l'os ir plusieurs lignes d'épaisseur, et attaquent la partie que . Delaunay considère comme silicifiée.

Dans l'os de Chavagnes, il existe deux couches, l'extérieure une-clair, plus tendre et nettement calcaire, bornée à 3 ou millimètres de profondeur; l'intérieure, brune, beaucoup plus sistante, correspondant à ce qu'on a considéré comme silifié, mais ne renfermant, d'après les analyses de mon collèe et ami, M. l'ingénieur Brossard de Corbigny, que du phosate de chaux. Toutes les incisions sont ici dans la couche ndre et superficielle, aucune n'atteint la partie dure et proonde.

D'autres hypothèses ont été émises pour expliquer ces

stries et coupures. Deux entre autres : 1° le frottement silex aigus dans un tassement. Mais, outre qu'il y aurait une direction moyenne presque nécessaire, je dois dire qu' cherchant maintes fois et avec soin des silex taillés dans l faluns, je n'y ai jamais trouvé même des fragments aigus; t sont mousses et très-roulés ; de silex taillés ou éclatés, il n' nulle trace; les fragments aigus ou tranchants sont des déb d'*Ostrea* ou de *Pecten*, moins résistants eux-mêmes que l'o entamer.

2° Suivant une note insérée dans le *Bulletin*, M. Delfortri attribué les incisions des os tertiaires à la dent des poiss Je dois dire que des dents aiguës et très-dures d'*Oxyrhina*, *Carcharodon* et de *Lamna* sont extrêmement nombreuses d notre miocène, où les enfants et les paysans les ramassent e nomment, comme au moyen âge, *langues de serpents*.

Bien que les incisions de la pièce de Chavagnes ne prés tent pas, d'une manière absolue, le parallélisme et l'opposi que la forme des mâchoires semble devoir produire, l'hy thèse qu'elles ont été faites par les dents des poissons encore celle contre laquelle s'élèvent les moins fortes ob tions.

Ainsi je serais porté à résoudre par la négative la ques de l'intervention humaine dans les incisions de l'os de Ch gnes; mais dans cette grave et difficile question de l'ho tertiaire, je crois que nous sommes encore à la période o notre zèle doit tendre à multiplier et préciser les faits, et notre prudence à réserver les explications.

A la suite de cette communication, M. Belgrand an avoir trouvé dans la forêt de Fontainebleau un très nombre de côtes d'*Halitherium*. Beaucoup d'entre ell taient des stries.

M. Delesse présente la note suivante de M. Gorce

les bassins lacustres de l'Achaïe et de la Corinthie, par M. Gor-
ix, agrégé de l'Université, détaché à l'École française
Athènes.

après les auteurs de l'expédition scientifique de Morée,
oches du Péloponèse appartiennent presque entièrement
époques secondaire et tertiaire.
s actions métamorphiques considérables auxquelles ont
oumises une grande partie des couches secondaires, les
breux soulèvements qui les ont disloquées, en rendent
de d'autant plus difficile que les fossiles sont souvent peu
dants et très-mal conservés. Aux calcaires siliceux du
ète et de la chaîne de Monembasie ne renfermant pas
de corps organisés, succèdent les calcaires bleus et noi-
s de la Laconie et de la Haute-Arcadie avec nummulites
ippurites. Quelques empreintes de ces derniers fossiles
oyent encore dans les premiers grès verts, au-dessus
uels se trouvent des formations arénacées avec bancs de
lingues atteignant en Messénie plus de 500 mètres d'é-
eur; ces formations alternent avec des marnes et des
verts et se terminent par une série d'assises de calcaires
s compactes.
période tertiaire présente une bien moins grande va-
dans la nature des terrains, et son étude est bien plus
.
r toute la côte nord, en Achaïe, on rencontre, reposant
le terrain secondaire, sans aucune liaison de stratifica-
des amas considérables de poudingues à pâte siliceuse,
urvus de fossiles, alternant avec des marnes et des ar-
. Ces poudingues, comparés aux gompholithes ou nagel-
de la Suisse, ont été placés dans l'étage inférieur des
ins tertiaires, dont l'époque supérieure est représentée
les marnes sableuses dont les couches horizontales vien-
s'appuyer sur la formation précédente, avec laquelle
sont en stratification discordante. De Patras à Corinthe,
marnes subapennines se présentent toujours avec les
es caractères; sur l'isthme qui unit le Péloponèse à la
e continentale, les couches sont plus nombreuses et
ques-unes d'entre elles remarquables par la quantité et
n état de conservation des fossiles qu'elles renferment.

Dans la Mégaride, ces mêmes couches se continuent avec adjonction de formations lacustres très-consid étudiées par M. Gaudry.

En Corinthie, en Achaïe, en Messénie, existent des d'eau douce analogues, dont l'un, celui de l'Alphée, lieues de Karithène, a déjà été signalé par M. Virlet.

En Achaïe, aux environs d'Œgium et du village d' j'ai observé deux autres de ces formations lacustres.

A Œgium, les gompholithes arrivent jusqu'au bord mer; les marnes subapennines n'apparaissent qu'à q distance à l'est et à l'ouest de cette ville, et les falaise escarpées forment un défilé de peu d'étendue.

De profonds ravins sont creusés dans les gompholit milieu desquelles percent des calcaires gris secondaire marnes argileuses, grisâtres, rougeâtres, très-compact

C'est en suivant l'un de ces ravins, au fond duquel Méganitis, à l'ouest de la ville, que l'on arrive, apr heures de marche environ, au gisement du lignite. Ce gi s'étend, au pied du village de Grecka, dans un bassin circulaire dont les parois sont formées par les gomphol des calcaires gris à grains cristallins.

Les couches de lignite alternent avec des assises plastique, et c'est par suite d'un glissement sur u couches d'argile, suivi d'un éboulement, qu'on a déco lignite.

En ce point, à la partie supérieure d'un ravin où c ruisseau affluent du Méganitis, on rencontre les couc vantes :

A la base, calcaire gris secondaire;

Au-dessus, couches d'argile et de lignite, de quelq cimètres d'épaisseur, dont l'alternance continue jus partie supérieure, mais avec des épaisseurs plus rables. L'une de ces couches atteint même une puissa passant 1 mètre.

Le lignite est de très-mauvaise qualité à la parti rieure, où il ressemble à de la tourbe; mais à mesure descend, sa densité augmente ainsi que sa pureté, rapproche beaucoup des lignites miocènes de Koumi.

Les couches d'argile en contact avec le lignite re une grande quantité de débris de coquilles, parmi l on distingue des planorbes et des limnées dans un état de conservation.

Tout ce bassin a été relevé de quelques degrés, à peu près de l'est à l'ouest; il repose directement sur les gompholithes auxquelles il est postérieur; comme pour la formation d'eau douce de Messénie, je crois qu'on doit le considérer comme contemporain des marnes subapennines.

Les eaux du Méganitis formaient alors un lac; à la suite des soulèvements qui firent émerger les marnes, une fracture permit aux eaux de s'écouler et le lac se dessécha.

En suivant le torrent, jusqu'au point où il se jette dans la mer, on se rend très-bien compte de cette fracture, en voyant la gorge de quelques mètres de largeur à travers laquelle il débouche sur la plage.

Bassin lacustre d'Akrata. — Le deuxième bassin d'eau douce que j'ai rencontré sur cette même côte est situé à peu près à 40 kilomètres de celui-ci, aux environs du village d'Akrata.

Son étendue est plus considérable; il paraît être limité par les deux torrents de Vlogokitika et de Zakkoli, tout autour de l'ancienne ville d'Œgine.

Les marnes subapennines ont dans cette région une puissance considérable, et on les rencontre à 2 ou 3 lieues de la côte, en suivant la partie supérieure du ravin, au fond duquel coule le torrent d'Akrata, dont le Styx des anciens est un affluent.

C'est encore à un éboulement qu'a été due la découverte des lignites dans le ravin de Vlogokitika, qui présente en ce point les couches suivantes en allant de haut en bas :

Marnes blanchâtres	2m	»
Sables grossiers agglomérés	3	»
Calcaire argileux	3	50
Argile plastique mêlée de graviers	3	»
Sables fins compactes	2	»
Argile	0	40
Lignites et argiles	0	80
Marnes sableuses	.....	

Les couches de lignite sont plus nombreuses dans un ravin perpendiculaire à celui-ci; mais partout le combustible est de très-mauvaise qualité, se divisant en feuillets minces; les débris végétaux sont à peine carbonisés. Mes premières recherches ne m'ont pas fait découvrir de fossiles dans aucune des couches de cette coupe; les marnes et les sables pourraient donc être des dépôts marins.

Toutes les couches sont relevées de 10 ou 12 degrés vers l'est, et semblent bien appartenir à une même formation. On les suit très-facilement jusqu'auprès du village de Vlovoka et l'analogie qu'elles présentent avec celles de Grecka doit les faire considérer comme appartenant à la même époque.

Bassin de la Corinthie. — Le bassin d'eau douce, situé dans la Corinthie, s'étend derrière le village de Kalamaki jusqu'aux ravins de Sousaki, où il est limité par un beau gisement de serpentine.

M. Gaudry a déjà signalé cette formation dans son ouvrage sur la Géologie de l'Attique. Il a, dans ce travail, donné la coupe suivante des collines au pied desquelles est situé Kalamaki :

Formation lacustre.

1. Marnes crayeuses.
2. Sables grossiers.
3. Marnes crayeuses.
4. Sables grossiers avec petits bancs de marnes.
5. Calcaire crayeux avec *melanopsis*.

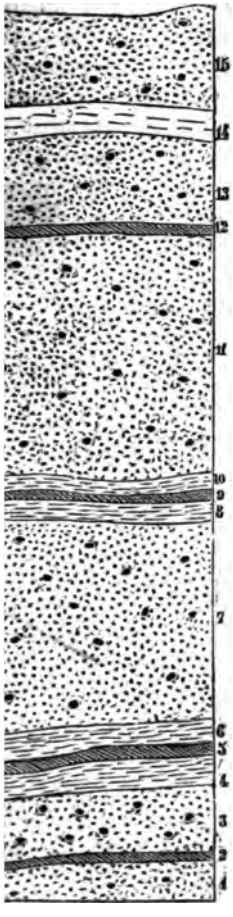
Formation marine.

6. Calcaire blanc avec nombreux fossiles marins.
7. Poudingues et calcaires sableux.

Dans les marnes crayeuses de la base, j'ai rencontré d'assez nombreux échantillons mal conservés et très-friables de *Neritina*, qui présentent des ornements se rapprochant beaucoup de la *Neritina micans*.

En ce point, les formations lacustres ont été recouvertes par des couches marines.

Plus à l'est, avant d'arriver à Sousaki, dans un ravin où coule un petit ruisseau, le bassin d'eau douce se présente avec des caractères différents. On voit apparaître des couches de lignite alternant avec de l'argile plastique, comme à Gr et à Akrata.



1.	Sables.....	.m...	
2.	Lignites.....	0	15
3.	Sables et graviers.	3	»
4.	Argile avec fossiles	1	»
5.	Lignite.....	0	30
6.	Argile.....	1	»
7.	Gravier.....	7	»
8.	Argile.....	0	50
9.	Lignite.....	0m	25
10.	Argile.....	0	40
11.	Gravier.....	8	»
12.	Lignite.....	0	20
13.	Gravier.....	3	»
14.	Calcaire sableux..	1	»
15.	Gravier.....	4	»

ıches de lignite semblent être lenticulaires ; sur les
érales du ravin, à gauche et à droite, on les voit
d'épaisseur et disparaître.
rant le ravin, on voit les formations sableuses aug-
e puissance, constituer les parois tout entières, et à
:é apparaissent, au-dessus, les conglomérats et les
pliocènes de formation marine.
uches d'argile renferment de nombreux débris de

ıin d'eau douce appartient au même horizon géolo-
: ceux de Grecka et d'Akrata, que nous plaçons dans

la période tertiaire supérieure. On doit donc lui assigner l même âge, bien qu'il se trouve au-dessous de formations m rines pliocènes. C'est d'ailleurs la position qui lui a été do née par M. Gaudry, qui range dans la formation tertiaire sup rieure les couches lacustres de la Corinthie et de la Mégarid tandis que celles de l'Attique sont considérées par lui comm miocènes.

Ces trois bassins d'eau douce, signalés au milieu des form tions pliocènes du Péloponèse, ne sont peut-être pas les seu existants dans cette contrée; mais la présence du lignite q les accompagne a attiré sur eux l'attention.

Dans un pays aussi pauvre en combustible que la Grèce, où l'industrie métallurgique semble devoir prendre bient une assez grande extension, ces lignites pourront peut-êt avoir quelque utilité.

A l'époque pliocène, il existait donc un certain nombre lacs au milieu desquels, lors des basses eaux, se dévelo paient de nombreuses plantes qui se transformaient en to bières.

Des argiles, des sables, entraînés par les torrents, reco vraient ces débris végétaux, et sur ce nouveau sol se prod sait une nouvelle végétation, recouverte ensuite comme l précédentes.

Les mêmes torrents qui traversent maintenant ces bassi alimentaient ces lacs, et le régime de leurs eaux n'a guè varié, comme on peut le voir par l'examen des deltas form à leur embouchure; ruisseaux en été, ils ont en hiver un dé bit assez considérable pour rendre difficile l'établissemen de ponts.

C'est sans doute à la suite des soulèvements qui firent émer ger l'isthme de Corinthe, que des fractures, produites dans le barrières qui retenaient les eaux de ces lacs, amenèrent leu dessèchement.

Des phénomènes analogues se produisent encore de no jours dans cette même région, soumise à de fréquents trem blements de terre. De nombreux lacs sont disséminés sur l côte et dans l'intérieur du pays; des premiers, les uns, comm dans le golfe de Livadostro, ne sont séparés de la mer qu par une barre insuffisante pour empêcher les flots d' pénétrer, et leurs eaux sont saumâtres; les autres, alimenté par les sources qui filtrent à travers les gompholithes, renfermen de l'eau douce; une abondante végétation s'y développe et a

transforme en tourbe et en lignite. Les phénomènes de l'époque pliocène paraissent se continuer de nos jours sur toute cette côte, et je crois qu'il est assez difficile, en certains points, de tracer une ligne de démarcation entre les formations de cette époque et celles de l'époque actuelle.

Le Secrétaire analyse ensuite le Mémoire suivant de M. Jourdy :

Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques des Monts-Jura, par M. E. Jourdy.

I. — Zone et étage. — Principes d'une classification rationnelle.

Quand on examine de haut la succession des êtres organisés, on admet volontiers que la série des faunes est continue, que l'extinction et la disparition des êtres ne se sont pas produites brusquement, qu'il y a eu de nombreux enchevêtrements dans toute cette multiplicité de formes organisées.

Mais quand on étudie la science de plus près, qu'on se trouve chaque jour en contact avec des difficultés portant sur les rapprochements, les analogies, les synchronismes, on se voit forcé de distinguer d'une façon nette les différents horizons qui paraissent le mieux tranchés.

Pour le paléontologiste, pour l'homme de cabinet, la question de l'*étage* paraît tout à fait secondaire; ce qu'il lui faut, c'est un point de repère, qui lui permette seulement de caractériser un horizon d'une façon commode pour le classement de la série des faunes. Il ne s'inquiète pas du groupement des niveaux fossilifères; pour lui, ce n'est qu'une question d'accolades dans un tableau dont il repousse la complication. Ce qui lui importe, c'est de distinguer un niveau bien dessiné par un ou plusieurs fossiles caractéristiques, c'est-à-dire de déterminer la *zone*, qu'il saura, dès lors, différencier des niveaux qui la précèdent ou la suivent.

Le problème, pour lui, est assez simple.

Son but, en effet, est de rechercher une espèce remarquable spéciale à un niveau fossilifère; pour y parvenir, il suffira que l'espèce choisie soit intimement liée à la faune qu'il veut

définir, c'est-à-dire qu'elle indique exactement la disti de cette faune dans l'*espace* et dans le *temps*.

Cette espèce devra être répandue, exister tant que la faune ou au moins une partie de la faune; elle dev teindre avec la totalité ou la majorité de la faune. Voi le temps. Pour l'espace, elle devra avoir une distributi graphique telle que son existence soit indépendante de tions accidentelles de la faune, mais elle devra être liée dernière d'une façon assez intime pour disparaître av

Il faut, en un mot, que la distribution dans le tem distribution dans l'espace soient exprimées par la mêr mule, qui est la caractéristique de la zone.

C'est là qu'est l'inconnue du problème.

La distribution des espèces ne donne pas toujours lie conformité parfaite dans les deux conditions à réaliser. dant on peut dire que les paléontologistes ont les r de les satisfaire.

D'après une observation de E. Forbes, « l'étendue de tribution d'une espèce dans le sens *vertical* ou dans la p deur correspond à sa distribution *géographique* ou horizon Il est clair, d'après cette loi, que de faibles changement le régime des mers influent beaucoup moins sur les con d'existence des espèces largement répandues dans l'esp que de telles espèces auront plus de chances d'être égal répandues dans le temps, c'est-à-dire qu'il y a plus de c pour que les deux conditions du problème soient rigou ment réalisées.

Les recherches d'une espèce répondant à ces deux tions sont limitées par une autre observation faite par M Verneuil et d'Archiac : « Si l'on considère le développ de l'organisme dans le sens horizontal, géographiquem dans l'espace, on reconnaît que les espèces qui se trou la fois sur un grand nombre de points et dans des pay éloignés les uns des autres, sont toujours celles qui on pendant la formation de plusieurs systèmes successifs. près cette loi, les espèces qui sont tellement répandue leur existence se trouve affranchie du milieu convenable faune, sont aussi des espèces qui franchissent, dans la des temps, les limites d'extinction de cette faune (1).

(1) Il est incontestable que ces observations cadrent très-bien dées de M. Darwin; mais ce n'est pas à moi à traiter cette questi

On aura donc soin de repousser de telles espèces dans le choix de la caractéristique.

Ainsi, le problème est bien loin d'être insoluble en théorie; il est, du reste, souvent résolu en pratique d'une façon assez satisfaisante.

Le paléontologiste qui voudra caractériser une *zone*, c'est-à-dire un horizon naturel correspondant au développement d'une faune particulière, aura plus ou moins de facilités pour faire choix d'une espèce répondant aux deux conditions du *temps* et de l'*espace*.

Ce qu'il doit examiner, dans ce choix, ce sont les exigences suivantes :

1° L'espèce doit être d'un ordre supérieur. — On admettra, en effet, que, pour les êtres moins inférieurs, la séparation des fonctions vitales rend la distribution géographique plus connexe du milieu dans lequel ils vivent, c'est-à-dire plus en relation avec le régime des mers et la totalité des espèces qui vivent avec eux; leur diffusion sera plus énergique pendant la constance des conditions vitales, leur destruction sera plus assurée par les variations du milieu.

2° L'espèce doit être libre d'attaches avec le sol. — Dans le cas contraire, celui d'une espèce adhérente, la dispersion est soumise au hasard des courants et peut se trouver alors fort limitée.

3° L'espèce doit appartenir à une famille ou à une classe dont l'apparition et la disparition n'embrassent pas une période trop considérable. — La période limitée de son existence prouve alors que son organisation ne peut supporter des changements trop brusques dans la faune et le milieu ambiants.

4° L'espèce doit appartenir à un genre très-répandu. — Comme l'a fait observer M. Darwin, « les grands genres ont un nombre d'espèces dominantes très-commun et très-répandu, supérieur à celui des petits genres de la même contrée. »

Pour les terrains jurassiques, les céphalopodes en général réalisent très-bien les deux premières conditions, tandis que les ammonites en particulier réalisent très-bien les deux dernières.

Ainsi, pour le paléontologiste, la question de la *zone* ne saurait donner lieu à des difficultés essentielles; elle sera traitée avec plus ou moins de certitude, suivant l'abondance des matériaux; mais après quelques essais infructueux, on pourra tou-

jours présenter dans une collection ou dans un cours la série des êtres d'une façon logique.

Le géologue se trouve, au contraire, en présence de grandes difficultés. Dans son enseignement, pour ses travaux de comparaison, pour ses courses sur le terrain, et surtout pour l'exécution des cartes, il a besoin de se préoccuper des révolutions du globe, des variations des dépôts et des faunes suivant les variations du sol. La série des zones devient pour lui un catalogue monotone, sans points de repère, c'est-à-dire inutile. Ce qu'il lui faut, c'est un groupement de roches et de faunes capable de peindre aux yeux et de faire pénétrer dans les livres les problèmes complexes de toutes les variations qui frappent l'observateur sur le terrain, et que doit connaître celui qui veut étudier. Ce qu'il lui faut, c'est une division plus ou moins compliquée (souvent trop compliquée), dont la base soit l'*étage*, c'est-à-dire une section naturelle comprenant un ensemble de roches et de faunes ayant entre elles plus d'analogie qu'avec les autres.

Mais ce qu'on ne doit pas perdre de vue, pour l'étage comme pour la zone, plus encore que pour la zone, car c'est une division plus naturelle, c'est que l'unité dans le temps doit correspondre à l'unité dans l'espace. De même que l'idée d'étage dans laquelle on conçoit le groupement de diverses couches superposées, admet implicitement que les divers dépôts et les diverses faunes sont unis par de véritables affinités, de même ce groupement devra être le reflet d'une certaine unité dans les conditions physiques et animales de toute une contrée. En d'autres termes, la notion d'étage doit embrasser dans une même définition la distribution dans le temps et la distribution dans l'espace.

C'est à cette condition seule qu'on peut espérer que les divisions géologiques répondront à un fait naturel; c'est à cette condition seule que les dépôts d'une même région pourront être synchronisés dans toute cette région, et être comparés ensuite avec les dépôts de bassins différents.

Si l'on veut connaître et relier ensemble les différentes couches et les différentes faunes d'une région tout entière, il faudra se préoccuper de tracer les limites de cette région, d'en chercher les traits principaux, les caractères différentiels; on pourra seulement alors apprécier à leur juste valeur les variations accidentelles dans les roches et dans les faunes, et leur

donner, dans la création de l'étage, une place proportionnée à leur importance.

On saurait tout ce qui est relatif à une région naturelle et à ses variations si on connaissait les mouvements du sol qui ont précédé l'époque que l'on veut étudier, et de plus le régime des mers de la région à cette époque.

Or, ces inconnues sont souvent difficiles à découvrir. Cependant, pour les terrains jurassiques, on sait déjà suffisamment de choses pour juger des relations de la terre et du rivage, des déplacements partiels dans les faunes, dans les couches.

Une étude de ce genre a été faite pour le terrain tertiaire du bassin de Paris, où l'on a appris depuis longtemps à tracer les limites et la durée des dépôts à lignite, du gypse, etc. On est certain que les divisions géologiques qu'on peut y faire, retraceront tout ce qui est relatif à l'histoire du grand golfe, comme ses relations avec les eaux douces et les eaux salées, etc.

Pour le terrain jurassique, une telle étude est encore à faire; elle est le but de cette note.

II. — Classification des terrains jurassiques.

Quand nous avons essayé, en France, de nous rendre compte de la distribution des roches et de la faune du terrain jurassique, nous avons d'abord adopté les termes de la classification anglaise, sans rechercher si les deux régions étaient comparables. Ce système est encore loin d'être abandonné; toutefois beaucoup de géologues l'ont délaissé pour celui de d'Orbigny, qui est différent mais tout aussi exclusif.

Depuis, les systèmes n'ont pas manqué; il y en a une dizaine de M. Marcou, beaucoup plus d'autres; il suffit pour s'en convaincre de regarder les tableaux des livres et les légendes des cartes. Un géologue jurassien vient de mourir en laissant un seul travail, une classification naturellement, et encore est-elle inachevée.

Chacun, dans son coin, poursuit son idée et essaie, en l'absence de principes rationnels, de traduire la nature comme il l'a entrevue. Quand, pour la rédaction de son œuvre, il s'aperçoit qu'il manque de faits pour creuser son idée, il a recours à l'imagination. On va loin avec un tel guide.

M. Marcou a proposé une classification internationale avec

des termes français, anglais et allemands, panachée de noms de hameaux connus des indigènes seuls. Thurmann conserve le français, mais à la condition d'y introduire des préfixes grecs.

A cette époque (il y a quelque vingt ans), on ignorait beaucoup de choses sur les allures du terrain jurassique. Gressly avait commencé ses travaux divinatoires sur les séparations locales des faunes suivant la proximité du rivage; on doit à son élève, M. Greppin, et à M. Oswald Heer d'avoir beaucoup étendu le cadre d'études aussi instructives. On peut dire aujourd'hui que la géologie des monts Jura n'est plus un catalogue aride composé d'un mélange de noms de cailloux et de noms latins ; elle est devenue une chose compréhensible, une véritable histoire du monde ancien que la puissance de la science fait revivre devant nos yeux.

C'est en profitant de ces travaux descriptifs ou comparatifs, ainsi que de mes propres observations, que j'ai cru possible d'utiliser ces matériaux pour réédifier l'édifice de notre classification.

J'ai tout d'abord admis que le *lias* était un groupe de quatre étages, distincts du terrain jurassique. Il est vrai que le genre trigonie fait son apparition dans les derniers dépôts liasiques, souvent difficiles à distinguer de la base du bajocien; cette raison n'est pas concluante en présence de ce grand fait des transitions à toutes les périodes suffisamment étudiées.

Le lias, par ses grès puissants, par ses calcaires marneux bleuâtres, par ses marnes persistantes malgré les changements de faunes, me paraît avoir autant d'analogies pétrographiques avec le trias qu'avec le terrain jurassique dont les calcaires sont souvent épais, blancs et presque toujours oolithiques.

La faune du lias, par la présence de ses *Spirifers*, par l'absence de polypiers et de spongiaires, s'éloigne de la faune des nérinées, des trigonies, des immenses récifs de zoophytes et des gros gastéropodes. Les ammonites sont nombreuses, du reste, dans le trias, là où les dépôts salifères et gypseux n'ont pas régné.

La faune de l'étage rhœtien confirme cette opinion.

De plus, la distribution dans le *temps* donne lieu à l'observation suivante : les espèces sont étroitement cantonnées dans leurs zones, quoique celles-ci soient souvent fort minces, ce qui arrive trop rarement dans le terrain jurassique.

Enfin, la distribution dans l'*espace* est bien différente de

elle du terrain jurassique. On voit, en effet, le calcaire à ryphées régner avec ses caractères pétrographiques et paontologiques tout le long des Vosges, de Longwy à Salins, à urich; on voit cette couche dite des *schistes bitumineux* s'éler sur d'immenses surfaces en Angleterre, en France et en llemagne; conservant ses mêmes fossiles, ses végétaux, son itume, ne variant que d'épaisseur. Quelle différence avec ces olithes jurassiques si souvent variables dans la même localité t méconnaissables dans des bassins différents! avec ces conies de zoophytes si capricieusement étalées sur le rivage! es différences qui se manifestent dès le bajocien, entre le errain jurassique du bassin de Paris, de la Franche-Comté t de la Suisse, vont sans cesse en augmentant avec la série des tages; dans le lias, au contraire, les variations portent surtout la base où elles se relient à certaines variations du trias.

Occupons-nous maintenant du terrain jurassique proprenent dit. Quand j'ai cherché à me faire quelque idée sur le régime des eaux dans le Jura de Franche-Comté et de Suisse, u milieu du nombre immense des variations pétrographiques t paléontologiques, j'ai vu se dégager un fait qui m'a paru ssentiel et qui fait la base de ma classification. Je veux parer de l'antagonisme de deux sortes de dépôts ayant chacun eur faune spéciale : l'un de ces dépôts est *ferrugineux*, avec bondance de *céphalopodes;* l'autre est *siliceux*, avec abonlance de *zoophytes* (polypiers et spongiaires); ces deux dépôts lternent ensemble plusieurs fois et chacune de leurs combiaisons forme un étage particulier.

Le retour de chacune de ces alternances forme une période nouvelle retraçant dans la roche et la faune la même phase; c'est la répétition d'un même fait dans le *temps;* ce caractère peut donc servir à dépeindre la double évolution des courants qui, après avoir amené les céphalopodes avec le fer, étaient favorables au développement des coraux auxquels ils mêlaient la silice.

Aussi loin que j'aie conduit mes observations, j'ai retrouvé ce fait reproduit fidèlement en dehors des mille variations locales; il m'a donc semblé que cette évolution occupait dans l'*espace* toute la région naturelle qui s'étale au pied des Vosges et qui formait le rivage jusqu'au loin dans la mer jurassique.

Pour se convaincre du rôle fidèle et répété de cette alternance pendant une grande partie de la série jurassique, examinons ce qui se passe dans les différentes couches.

1° *Etage bajocien.*

Les premières couches de l'étage bajocien, celles où l'abondance des débris végétaux témoigne de la longue agitation postérieure à la révolution liasique, renferment des lits ferrugineux constituant la plupart du temps un vrai minerai ; c'est ce qu'on observe à Dôle, à Salins, à Lons-le-Saunier, à Soleure. Ces couches contiennent, en général, une assez grande quantité d'ammonites qui sont réparties en trois zones caractérisées par les *A. Murchisonæ*, *Sowerbyi*, *Humphriesianus*. La constance de ce double fait paléontologique et pétrographique est même loin d'être circonscrite aux Monts-Jura; elle s'observe presque partout en France, en Angleterre et en Allemagne. Il y a donc tout lieu de croire que la région naturelle qui s'étendait au pied des Vosges a conservé un caractère de généralité semblable à celui qui régnait pendant la période liasique, et que la séparation s'est opérée graduellement, mais un peu plus tard.

Le fer et les céphalopodes disparaissent à peu près ensemble, ces derniers brusquement. La coloration des couches supérieures est bien loin de reproduire les amas de fer qui accompagnaient les céphalopodes ; il y a pour le métal une sorte de transition qui s'opère dans les calcaires oolithiques dans lesquels abondent les encrines. Les bancs de zoophytes sont variables suivant les localités.

Mais ce qui est plus constant, c'est l'apparition de calcaires dans lesquels le fer et les céphalopodes font défaut; ces calcaires sont blancs, rarement colorés, quelquefois terreux, et se font remarquer par un développement de polypiers souvent considérable. Il est rare de ne pas y trouver des chailles siliceuses. C'est ce qu'on peut observer à Dôle, à Salins, à Besançon, à Poligny et dans les chaînes du Jura qui dominent Neuchâtel. A Gray, la silice paraît manquer ; de Longwy à Metz, elle fait partout défaut, les calcaires à polypiers et à entroques sont mélangés, mais forment toujours une assise considérable.

2° *Etage bathonien.*

L'étage bathonien débute de même par des couches fortement colorées par le fer ; deux ammonites y sont parquées sur une zone mince ; les zoophytes (encrines, spongiaires) et les bryozoaires se trouvent mêlés aux couches ferrugineuses, mais

res dans les couches à céphalopodes. La diversité des
rs de ces dépôts dans le Jura dôlois m'a amené à les
er sous le nom de *bathonien irisé*. Les spongiaires se
nt dans quelques localités, à la partie supérieure. Les
u trois espèces d'ammonites caractérisant le bathonien
nt spéciales à ce niveau. Ces couches ont été jusqu'ici
eu étudiées pour qu'on puisse généraliser ; à Metz
s de Gravelotte), le fer est disséminé par grains dans
nes à *Ammonites Parkinsoni*.

ôle, une épaisse série de couches calcaires oolithiques,
es en général, sans céphalopodes, avec polypiers et
ires, forme le *bathonien blanc;* la base du *bathonien jaune*
lement composée de calcaires avec débris d'encrines et
ides; quelques couches marneuses y renferment une
de céphalopode dont le niveau est instable.

bientôt, dans la partie supérieure du bathonien jaune,
ngiaires réapparaissent avec toutes sortes de zoophytes ;
est étalée sous la forme de petits bancs stratifiés ca-
stiques de cet horizon.

sançon, à Gray, les couches qu'on se plaît à désigner
nom de *cornbrash* renferment des fossiles siliceux.

essus de Neuchâtel, les fossiles de la *dalle nacrée* sont
t siliceux ; ce sont généralement de petits spongiaires et
gments d'échinides, de polypiers, d'encrines.

leure, l'horizon supérieur du bathonien, le *calcaire roux*
, renferme souvent des géodes siliceuses.

la Suisse allemande, l'*Oberer roysenstein* présente quel-
le même caractère.

, en somme, la répétition de l'évolution bajocienne
fait principal.

différences portent sur la diminution des faciès ferru-
avec céphalopodes et sur l'augmentation du règne
phytes. Mais aussi la différenciation des bassins s'ac-
et devient même la source de grandes lacunes dans les

, au pied des Ardennes (d'Hirson à Longuyon), le ba-
n supérieur fait défaut ; dans le prolongement du Hunds-
l'Etain à Toul), c'est le bathonien moyen ; en face du
lsatique (Delémont et Soleure), c'est le bathonien infé-

le Wurtemberg, à Bayeux, le passage du bajocien au
ien est difficile à saisir ; ailleurs (Meuse, Soleure),

celui du bathonien au callovien se fait par des transitions impossibles à délimiter.

Dans toute la hauteur de l'étage, la faune est soumise à des enchevêtrements explicables par les changements dans le régime des eaux qui ont causé les lacunes. Il est impossible dans cet étage de trouver des fossiles caractéristiques pour une vaste région ; tel fossile qui ne se trouve ici qu'à la base, ne se présentera qu'au sommet un peu plus loin, et se trouvera ailleurs dans toutes les couches de l'étage ; citons l'*Ammonites Parkinsoni*, l'*Ostrea acuminata*, l'*Hemicidaris luciensis*, l'*Acrosalenia hemicidaroïdes*, etc.

La présence des spongiaires au contact même des couches ferrugineuses, leur multitude dans les couches siliceuses, montrent que les faunes ont subi une foule de déplacements partiels qui ne sont pas encore bien étudiés, mais qui fourniront des renseignements sur la tendance à la séparation en régions différentes des mers qui étaient si uniformes pendant la période liasique.

Dans le Jura neuchâtelois, M. Jaccard fait à propos des couches à ciment et à chaux hydraulique de Noiraigue (marne à discoïdées inférieure à la dalle nacrée) la réflexion suivante : « Nous trouvons ici une véritable répétition de la faune et du faciès de l'oxfordien calcaire (argovien), les genres étant pour la plupart les mêmes, les espèces offrant seules des caractères distincts (1) ».

Si l'on se reporte à ce qui a été dit à propos de l'argovien dans une *Note* précédente, on verra que cette analogie des faunes coïncide avec une autre analogie relative aux stations de spongiaires qui n'ont cessé de régner avec de nombreuses intermittences et de nombreuses variations dès la fin des dépôts ferrugineux jusque dans les dépôts siliceux.

Dans les deux étages, l'enchevêtrement des faunes a débuté dès qu'a cessé un régime des mers favorable aux dépôts de fer et de céphalopodes, et s'est continué avec un grand nombre de combinaisons diverses. Ce fait signifie que, dans chacun de ces étages, le changement de régime qui devait aboutir à la séparation des bassins a donné lieu à un grand nombre de combinaisons de courants, qui ont empêché que la séparation des faunes ne se fît d'une façon aussi nette que pendant la période liasique.

---

(1) *Matériaux pour la Géologie de la Suisse*, 6e livraison, p. 218.

3° *Étage oxfordien.*

Si l'on se représente sur une plus grande échelle les phénomènes qui se sont produits pendant l'étage bathonien, on s'expliquera alors les bizarreries des étages supérieurs.

Les dépôts ferrugineux (minerai, couches ocreuses, marnes bleues avec pyrites et rognons) ont une épaisseur plus grande que dans les deux premiers étages; mais le fait, quoique exagéré, est le même. Les céphalopodes s'y montrent par milliards; les zones caractérisées par plusieurs espèces d'ammonites se distinguent avec une netteté encore plus grande.

Ce sont ces dépôts qu'on a improprement classés en deux étages distincts (*callovien* et *oxfordien*); cette illusion était permise dans les pays où ils sont extraordinairement développés; mais, dans le Jura, ils ne possèdent pas une aussi grande puissance. La plupart des dépôts inférieurs manquent dans les localités où le soulèvement post-bathonien a persisté avec quelque énergie après son développement principal (Dôle, les Brenets).

De même que pour le bathonien, la dernière zone ferrugineuse (zone à *A. cordatus*) ne présente pas de fixité; les spongiaires ne tardent pas à faire leur apparition, suivie à courte distance de celle de la silice qui se trouve soit dans les fossiles qui en sont imprégnés au milieu des argiles, soit dans les chailles et même les fausses chailles.

Il y a là, plus encore que pour l'étage inférieur, des enchevêtrements de faunes très-différents suivant les localités; les discussions paléontologiques soulevées par Oppel à propos des zones à *A. transversarius*, *canaliculatus*, etc., sont bien loin d'être terminées. Chaque géologue voulant classer tout l'univers suivant le modèle de la carrière où il trouve des fossiles, de telles discussions ne peuvent jamais amener à des vues d'ensemble.

Si l'on reconnaît, au contraire, dans l'*argovien* un sous-étage qui marque une transition dans le régime des mers, on arrivera peut-être à s'entendre et à étudier de près ces modifications si intéressantes des faunes.

La silice règne surtout dans les couches à polypiers et à échinides du *corallien*, où les récifs étaient si nombreux, et disparaît peu à peu des dépôts supérieurs qui présentent par leurs gros oolithes et leurs fossiles roulés des indices de charriage. Les fossiles des couches à nérinées et à dicéras qui terminent le *corallien* appartiennent tous aux genres qui aiment les stations

coralligènes ; ils constituent la dernière expression de la phase des zoophytes, antagoniste de la phase des céphalopodes. Si la silice disparaît souvent de ces bancs épais de calcaires, leur couleur d'un blanc éclatant contraste tout à fait avec celle des dépôts ferrugineux. Dans l'évolution complète, comprenant l'alternance des deux sortes de dépôts, on doit voir, de même que pour les étages bajocien et bathonien, un troisième fait de l'histoire des mers jurassiques, celui de la séparation des régions naturelles. Cette séparation qui se prononçait déjà nettement pendant l'étage bathonien avait été interrompue par le soulèvement post-bathonien auquel succéda la répétition des faits précédents; elle devient complète dès lors, et, dès l'étage séquanien, le bassin anglais, le bassin de Paris, le bassin du Jura, le bassin wurtembergeois diffèrent totalement. Ce résultat a été produit par les nombreuses convulsions qui nous ont donné les alternances que nous venons d'étudier et qui ont causé, lors des mouvements lents, les déplacements continuels des faunes qui rendent si difficiles les synchronismes de détail à de petites distances.

Ce sont ces alternances qui nous ont fourni le caractère de l'étage, parce que chacune d'elles produit dans le *temps* une période déterminée, pendant laquelle la région des mers du Jura tend de plus en plus à prendre des caractères spéciaux.

La lutte entre ces deux conditions différentes du régime des mers implique, par la nature des faunes, la lutte entre deux sortes de courants :

1° Ceux qui, régnant après une secousse violente, amenaient de la pleine mer contre le rivage et surtout dans les anses d'immenses quantités de céphalopodes ; certaines localités privilégiées font songer à un véritable cimetière de ces animaux pélagiques ;

2° Ceux qui, reprenant leur puissance ancienne qui tendait à s'accroître lentement et qui avait été détruite violemment, favorisaient tout le long des côtes l'épanouissement de cette vigoureuse végétation animale, charriaient ses débris, se déplaçant sous l'influence des causes lentes qui assuraient de plus en plus leur prédominance au préjudice de leurs antagonistes.

Cet antagonisme me paraît correspondre dans l'*espace* à une phase importante de l'histoire des mers jurassiques, en ce qui concerne seulement ce riche tapis de zoophytes qui s'est étalé si longtemps sur le pied méridional des Vosges et contre les îles qui étaient à quelque distance du rivage.

Le tableau suivant résumera le parallélisme des couches comprenant les trois étages :

1° ÉTAGE BAJOCIEN.	2° ÉTAGE BATHONIEN.	3° ÉTAGE OXFORDIEN.
		Sous-étage corallien.
	Bathonien jaune.	Calc. compactes blancs. } *b.*
Bajocien supérieur.	Couches oolithiques à spongiaires et échinides (silice). } B.	Calc. oolithiques blancs (espèces coralligènes).
Calcaire à polypiers (silice). } B.	Couches oolithiques à échinides.	Polypiers et échinides (silice).
Bajocien moyen.	*Bathonien blanc.*	*Sous-étage argovien.* } B.
Calcaire oolithique (spongiaires, encrines, bryozoaires, échinides).	Calcaires d'un blanc pur.	Spongiaires avec silice.
Couches légèrement ferrugineuses. } *a.*	Calcaire à oolithes subcrayeux (spongiaires). } *b.*	Spongiaires avec calcaire.
		Zoophytes avec céphalopodes. } *a.*
Bajocien inférieur.	*Bathonien irisé.*	*Sous-étage oxfordien.*
Minerai à céphalopodes. } A.	Couches ferrugineuses à spongiaires. } *a.*	Marne bleue avec céphalopodes pyriteux.
	Couches ferrugineuses à céphalopodes. } A.	Calcaires marneux. } A.
		Sous-étage callovien.
		Marne à céphalopodes.
		Minerai à céphalopodes.

A. — Couches à minerai et à céphalopodes.
B. — Couches à silex et à zoophytes.
a. — Présence du fer parmi les zoophytes.
b. — Absence de la silice parmi les zoophytes.

Ce rapprochement entre les trois groupes précédents, qui m'a conduit à en faire trois divisions de même ordre, trois étages, est tellement contraire au langage ordinaire des géologues, qu'il nécessite une étude plus approfondie. Les conclusions précédentes sont tirées de la nature des roches ; examinons si l'étude des faunes ne conduit pas au même résultat.

1° Nous avons dit plus haut, en parlant des zones, que la vraie caractéristique d'une zone, dans le terrain jurassique, devait être tirée du genre ammonite. D'après cela, ce serait aux dépôts à céphalopodes inaugurant chaque étage qu'appartiendrait le rôle de caractéristique de l'étage, à l'exclusion des dépôts qui leur ont succédé.

M. d'Archiac a fait, dans ses études comparatives des couches jurassiques de toute la terre, l'observation suivante : « Le plus constant des quatre termes de la série jurassique est l'étage

de l'oxford-clay (sous-étages callovien et oxfordien, et même argovien); puis viendraient le lias, puis le groupe oolithique inférieur (bajocien et bathonien), et enfin le groupe supérieur, le plus restreint de tous, qui ne paraît pas s'étendre au delà de l'Europe.

Si l'on fait abstraction du lias, qui, dans notre classification ne fait plus partie du terrain jurassique, on voit que, dans les mers de cette époque, c'est aux couches à céphalopodes qu'appartient la prédominance. Depuis le nord de la Russie jusqu'à l'Himalaya, les ammonites sont partout abondantes et souvent gigantesques; les trigonies et les nérinées s'associent souvent aux céphalopodes pour distinguer ce terrain des dépôts à rudistes, qui sont aussi ammonitifères.

La persistance de l'oxford-clay se comprend d'après ce qui a été dit sur les rapports de durée du 3e étage et des deux autres. L'observation de M. d'Archiac a été confirmée par les études des géologues suisses sur les Alpes du Mont-Blanc.

2° Les riches stations de zoophytes, si abondantes dans le bassin de Paris et le bassin du Jura (grâce aux courants qui ont probablement transformé ces régions en pays comparables à la Floride, au Japon, aux îles océaniques), sont spéciales à certaines contrées favorisées, où elles ont pu, à trois reprises différentes, l'emporter sur le régime normal des mers jurassiques.

Mais ces stations elles-mêmes se posent en antagonistes des stations de céphalopodes, exactement comme les dépôts siliceux étaient les antagonistes des couches à minerai.

Au lieu de reproduire la fixité des zones à céphalopodes, les stations de zoophytes ont été soumises à des déplacements incessants, connus de tous les collectionneurs; déplacements qu'on a jusqu'ici trop peu étudiés, et sur lesquels il est bon de donner des explications.

Je n'ai pas reçu une éducation paléontologique assez complète pour traiter cette question avec la certitude d'un maître; mais j'ai manié déjà beaucoup de fossiles jurassiques, et dans mes courses sur le terrain, je me suis souvent trouvé embarrassé sur l'horizon réel des couches coralligènes, au point de douter de mes coupes. J'ai vu fréquemment, en effet, dans ces couches, des fossiles argoviens et coralliens ressembler à s'y méprendre aux fossiles du bajocien et du bathonien supérieurs. Quoique l'observation n'ait jamais été, à ma connaissance, soumise à la discussion des savants, je puis affirmer que je ne

suis pas le seul qui aie subi cette tentation. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter un coup d'œil sur les listes des auteurs; je puis citer entre autres M. Buvignier. Mais ce qui m'a le plus frappé, c'est une liste que donne M. Résal (*Statistique du Doubs*). Les fossiles de cette liste sont, je crois, ceux du musée de Besançon; ils ont été classés par MM. Coquand et Pidancet. Dans le corallien inférieur (corallien et argovien), où nous avons constaté le plus d'instabilité de la faune des zoophytes, je copie les espèces suivantes :

Pecten lens, Sow.....	Route de Beurre, Ornans.
— *subspinosus*, Schl.....	La Vèze.
— *subfibrosus*, d'Orb.....	Chalazeule.
— *subarticulatus*, d'Orb.....	Mont Brégille, Ornans, la Vèze.
Lima proboscidea, Sow.....	Brégille.
— *substriata*, Mil.....	Id.
Terebratula subcoarctata, Coq. et Pid..	La Vèze.
— *Fleuriausi*, d'Orb.....	Sombacour.
— *lagenalis*, Dav.....	Plateau du Lizon.

Ces espèces de l'oxfordien siliceux ressemblent singulièrement à celles du calcaire à polypiers (bajocien siliceux) ou du bathonien jaune (bathonien siliceux).

Certains auteurs mettent partout le correctif *sub;* d'autres, moins timorés, identifient les deux espèces.

Quel que soit le parti qu'on prenne, on doit conclure que ces espèces, toutes coralligènes, ont une bien grande ressemblance avec celles des deux autres étages.

On expliquera le fait ou par les *colonies*, ce qui réjouira M. Barrande, ou par le *transformisme*, ce qui fera les délices de l'école de Darwin; si les darwinistes sont consciencieux, ils trouveront dans nos montagnes du Bas-Jura le plus beau sujet d'études qu'ils aient jamais occasion de rencontrer. Six mois de recherches sur place, quelques mois d'études de cabinet, peuvent avancer la question beaucoup plus que les notes ampoulées de mademoiselle Clémence Royer ou les plaisanteries de M. Vogt.

Il y a des darwinistes à la Société; les voilà prévenus.

Il ne m'est pas permis de trancher la question; je ne ferai ressortir de ce fait intéressant que ce qui touche ma théorie, c'est-à-dire que les stations de zoophytes étaient peuplées d'espèces coralligènes qui ont reproduit, à chaque apparition de la silice, des caractères analogues, sinon identiques.

Il est bien probable que c'est vraiment la même faune qui, chassée par l'irruption des céphalopodes lors d'une révolution géologique, a reparu modifiée ou non. Ce qu'il faut étudier, c'est la manière dont on doit *entendre* la chose. Il y a donc un véritable antagonisme entre ces deux genres de faunes, antagonisme qui se traduit par des allures parfaitement opposées des formes vitales dans chacun des deux cas.

C'est ce double antagonisme de la vie et des sédiments qui m'a conduit à voir dans son accomplissement un grand fait de l'histoire jurassique, fait qui, répété par trois fois avec les mêmes caractères, donne trois phases différentes de la période.

Ce rapprochement entre chacun de ces trois faits est-il exact? L'avenir le démontrera. Mais au moins accordera-t-on qu'il est légitime, parce que l'analogie repose ici sur des considérations logiques, sur celles qui traitent du *temps* et de l'*espace*.

4° *Étage tithonique.*

Si on admet que le triomphe des zoophytes sur les céphalopodes est l'indice d'une nouvelle division des bassins, il est bon, dès que les couches à minerai ont disparu, de limiter ses conclusions à une région spéciale.

Quoiqu'on ait cru longtemps que le bassin de Paris avait été isolé de celui des Monts-Jura lors du soulèvement post-bathonien, il n'en est pas moins prouvé aujourd'hui que la communication a subsisté jusque pendant le sous-étage séquanien au moins. Aussi les couches du bassin de Paris ont-elles une certaine analogie avec celles des Monts-Jura, analogie qui est assez grande pour avoir conduit la plupart des géologues à admettre comme essentielles des divisions qui n'ont qu'une extension géographique restreinte. Ces divisions, jusqu'ici appelées étages, je les appellerai sous-étages. Les hautes chaînes des Monts-Jura montrent des couches épaisses de calcaires durs, qui, sur une carte géologique, occupent une extension considérable, mais qui diminuent sensiblement en s'éloignant du rivage; citons l'exemple des Voirons, celui du Mont-Salève, celui de la Provence, de l'Ardèche, etc.

Si on fait un jour une carte géologique un peu détaillée de la France, on sera embarrassé de ne plus retrouver dans la pleine mer les nombreux étages que l'épaisseur des couches

et la variété des faunes a fait établir dans les régions sublittorales. Sans contester l'utilité de ces subdivisions, nous en ferons des sous-étages, membres différents et variables d'un seul étage, l'étage tithonique.

Alors on ne sera plus étonné de ce fait que les régions pélagiques contiennent toutes les couches caractéristiques (moins celles à zoophytes) des étages 1, 2 et 3, sans renfermer celles des subdivisions élevées à tort au rang d'étage dans les couches supérieures du Jura. On ne sera plus étonné de l'absence locale d'une de ces subdivisions, pas plus que de celle des subdivisions (sous-étages) du bathonien dans les chaînes du Jura, où l'on constate un vrai bathonien sans pouvoir y faire cadrer les subdivisions du Jura dôlois; pas plus que de constater ici l'absence du sous-étage callovien, là du sous-étage oxfordien, dans beaucoup de localités où le 3e étage existe avec des allures un peu variées; on observera l'étage tithonique diversement subdivisé; ici, le séquanien sera peu abondant (Boulogne), là le corallien (Trouville), ailleurs le portlandien (Bâle). Dans les Monts-Jura, tous les sous-étages du 4e étage sont représentés par d'épais dépôts dont la puissance varie de 50 à 200 mètres (sauf le dernier qui n'a que quelques mètres). Chacun d'eux a diverses faunes entre lesquelles on observe souvent beaucoup de passages; ces faunes sont complètes : ce sont des faunes à coraux, à grands gastéropodes, avec de nombreux acéphales, peu de céphalopodes, des galets, des végétaux et des tortues au fur et à mesure qu'on s'approche du sommet, où les produits terrestres règnent alors exclusivement.

Chacun de ces sous-étages est une phase du mouvement général d'exhaussement qui s'est fait sentir sur tout le périmètre des Vosges, phase comparable aux antagonismes de courants qui, lors des étages précédents, marquait une partie distincte de la période jurassique.

Les sous-étages (étages du terrain jurassique supérieur, moins le corallien) des Monts-Jura sont encore peu étudiés; ce n'est que lors de ces dernières années qu'on est parvenu à opérer des groupements dans ces immenses masses de calcaires. Les faunes en sont encore peu connues; il faut attendre la fin des travaux de M. de Loriol pour bien les comprendre.

Jusque-là, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de citer l'auteur qui a eu les idées générales les plus nettes à ce sujet, M. le docteur Greppin, l'élève de Thurmann et de Gressly.

1er sous-étage : *Séquanien.* — Ce sous-étage a jusqu'à 140 mè-

tres dans le canton de Neuchâtel. On y trouve : « des bas-fonds sableux, vaseux, peu profonds, semblables à ceux de nos lagunes, et servant d'asiles à une faune petite, fragile, mais riche en espèces et en individus; des régions avec une flore marine, remarquable par ses fucoïdes à tiges épaisses; des bancs de coraux hébergeant de nombreux lithodomes, d'innombrables échinides, des colonies d'ostracées, de mytilacées, de myacées et de gastéropodes; bref, nous y retrouvons des faciès côtier, subpélagique et pélagique avec tous leurs accidents, et l'ensemble fréquemment visité par de grands poissons et d'énormes reptiles courant après leur proie. » (Jura suisse, page 81.)

2e sous-étage : *Kimméridgien.* — Il varie de 50 mètres à 150. Il semble manquer en Allemagne, au nord du Jura (contrée déjà émergée).

« La première organisation de cet âge géologique semble s'être manifestée par l'apparition de plantes marines. Des tiges de fucoïdes empâtées dans une roche calcaire formant plusieurs bancs assez puissants nous donnent une idée de cette luxuriante végétation marine. De grandes ammonites, des nautiles géants, des tortues énormes, viennent bientôt interrompre cette monotonie végétale, en fondant de véritables colonies. Apparaissent ensuite des madrépores, avec une quantité considérable d'échinides; enfin toute cette série de reptiles et de mollusques, etc. » (Jura suisse, p. 88 et 89.)

3e sous-étage : *Portlandien.* — Varie de 50 mètres à 120.

« La mer nourrissait des tortues, des reptiles, des crustacés, des céphalopodes, des polypiers.

«Comme le kimméridgien, le portlandien nous révèle encore un mouvement grandiose et long, qui a eu lieu lentement, du moins sans de trop grandes perturbations, pendant les dernières phases de la série jurassique. Déjà, pendant l'étage kimméridgien, le Jura septentrional semble s'élever lentement, devenir une terre ferme stérile, jusqu'à ce qu'enfin la mer jurassique se transforme en une mer différente, etc. » (Jura suisse, p. 94.)

4e sous-étage : *Purbeckien.* — Puisque la classification entreprise ici ne concerne que la région naturelle qui s'étalait au pied méridional des Vosges, il est clair qu'une division importante, qui sera ici un sous-étage, est nécessaire pour classer le dépôt d'eau douce qui, malgré son peu d'épaisseur, s'é-

tend sans discontinuité dans toute l'étendue des Monts-Jura, au pied des dépôts portlandiens émergés.

Les dépôts supérieurs du portlandien (couches à poissons et à tortues) montraient des dolomies; le purbeckien contient du gypse.

Le sous-étage purbeckien ne renferme que des coquilles d'eau saumâtre et d'eau douce.

Le soulèvement lent du bassin jurassique de Franche-Comté et de Suisse a dès lors atteint toute son amplitude; les courants marins qui luttaient entre eux après la période liasique sont maintenant rejetés au loin dans les Alpes.

RÉSUMÉ DE LA CLASSIFICATION.

SOULÈVEMENT POST-BATHONIEN.			
GROUPE DU JURA INFÉRIEUR.		GROUPE DU JURA SUPÉRIEUR.	
1er ÉTAGE. Étage *bajocien*.	2e ÉTAGE.. Étage *bathonien*.	3e ÉTAGE. Étage *oxfordien*.	4e ÉTAGE. Étage *tithonique*.
3e S.-étage. Couches à chailles et à polypiers.	3e S.-étage. Bathon. jaune.	4e S.-ét. Corallien.	4e S.-ét. Purbeckien
2e S.-étage. Calcaire lédonien.	2e S.-étage. Bathon. blanc.	3e S.-ét. Argovien.	3e S.-ét. Portlandien.
1er S.-étage. Couches à minerai et à céphalopodes.	1er S.-étage. Bathon. irisé.	2e S.-ét. Oxfordien.	2e S.-ét. Kimméridgien.
		1er S.-ét. Callovien.	1er S.-ét. Séquanien.

Cette classification permet, dans une carte géologique, d'embrasser tous les cas en marquant d'une couleur déterminée un étage dont les subdivisions porteront des teintes variées suivant les différentes régions.

Elle tranche la question de savoir si l'on doit représenter par une ou deux couleurs le bajocien et le bathonien (carte de M. Résal); dans les régions où un de leurs sous-étages aura un grand développement, on pourra lui affecter une teinte spéciale (bathonien inférieur de la Moselle, bathonien moyen des Ardennes), de même que les sous-étages du tithonique seront distingués d'une façon particulière dans les Monts-Jura et nullement dans les Alpes.

Elle résout la question du tithonique. Le tithonique figurera comme étage dans les dépôts pélagiques où aucune subdi-

vision n'est possible ; tandis qu'il sera représenté par 2, 3 ou [illegible] de ses sous-étages sur les rivages où le littoral a présenté des particularités.

J'espère que cette classification adoucira un peu l'âcreté des querelles entre savants. Si on doit un jour faire une carte géologique unique pour toute la France, il faudra bien réunir une commission pour arrêter les teintes, et par suite la classification qu'on doit employer pour le terrain jurassique. Il est inutile de dire qu'aujourd'hui pareille entente est impossible. On me reprochera peut-être d'avoir manqué de foi en présentant une carte géologique dont le coloriage est contraire à mes idées. J'ai en effet exécuté ma carte d'après ce qui est admis jusqu'ici ; je n'ai pas voulu qu'on m'accuse d'être un rénovateur systématique.

Ma note sur une classification plus rationnelle des terrains jurassiques a eu moins pour but de créer une doctrine nouvelle que d'appeler l'attention de mes collègues sur la nécessité d'adopter des idées d'ensemble. Si on trouve que j'ai tort, je fais volontiers le sacrifice de mes idées. Que chacun en fasse autant.

III. — Le soulèvement post-bathonien. — Son influence.

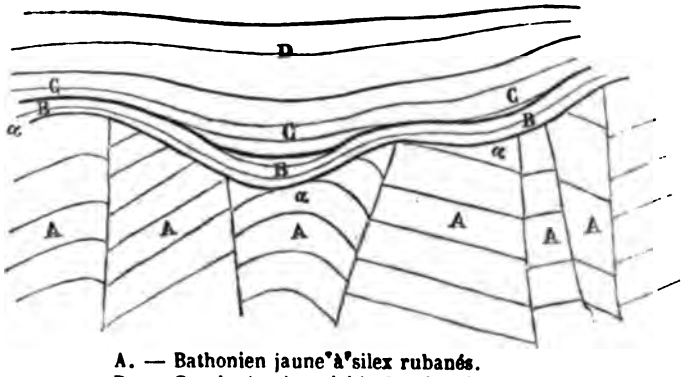
Nous avons vu que la période jurassique, tout le long du rivage vosgien, c'est-à-dire dans les montagnes tout entières du Jura, avait été soumise à un grand nombre de petites révolutions dont le résultat avait été de changer, d'une façon continue, le régime des mers. Nous avons vu aussi que ces mouvements locaux n'avaient modifié en rien la succession des deux sortes de dépôts et de faunes dont l'importance seule a changé. Nous avons reconnu que l'étage bathonien notamment a subi des mouvements assez importants, sans que l'antagonisme des dépôts à minerai et des dépôts à silice se soit modifié d'une façon radicale ; il s'est produit, dans les localités soumises à ces mouvements, certaines modifications dans les faunes. Nous avons vu ainsi voyager un céphalopode (*Ammonites Parkinsoni*) plus que cela n'a lieu d'ordinaire pour cet ordre de mollusques, tandis que dans les régions tranquilles aucune anomalie ne s'est produite à cet égard. Nous avons constaté aussi les migrations incessantes des stations de spongiaires, d'encrines et d'échinides. Mais nous n'avons pas rencontré de difficulté réelle pour constituer l'étage dont

la notion ressort clairement de cette foule de variations particulières. Ces bouleversements plus nombreux que considérables n'étaient que les précurseurs d'un soulèvement plus intense, et que j'appellerai le soulèvement post-bathonien.

Dans le Jura dôlois, le bathonien blanc forme généralement le sommet escarpé des pâturages, tandis que les pentes inférieures qui sont argoviennes sont couvertes de vignes et s'étalent depuis la base des collines jusqu'à mi-côte. Le bathonien jaune s'observe par taches au pied même de l'escarpement formé par le calcaire ruiniforme, et l'argovien recouvre, dans ce cas, les lits inclinés et fissurés de l'oolithe jaune qu'on appelle souvent la *dalle nacrée*. Ce fait s'observe dans une grande partie de la Franche-Comté où l'on aperçoit debout la roche en place du calcaire ruiniforme, dont les escarpements sont souvent très-pittoresques, tandis que le bathonien jaune se trouve rejeté de sa place naturelle et occupe le fond de la vallée; c'est ce que, dans un mémoire relatif à l'orographie du Jura dôlois, j'appelle la *chute du bathonien jaune*.

Sur les pentes ou dans les plis formés à la base du calcaire ruiniforme par le bathonien blanc, on aperçoit les couches toujours tourmentées du bathonien jaune; sur les dalles ou dans les anses que l'érosion a produites dans ces lits fendillés, on trouve en stratification transgressive l'argovien, puis l'oxfordien dont les couches les plus inférieures suivent le fond corrodé de l'ancien rivage.

Coupe de la jonction de la ligne de Dôle à Dijon et de la ligne de Dôle à Châlon-sur-Saône.

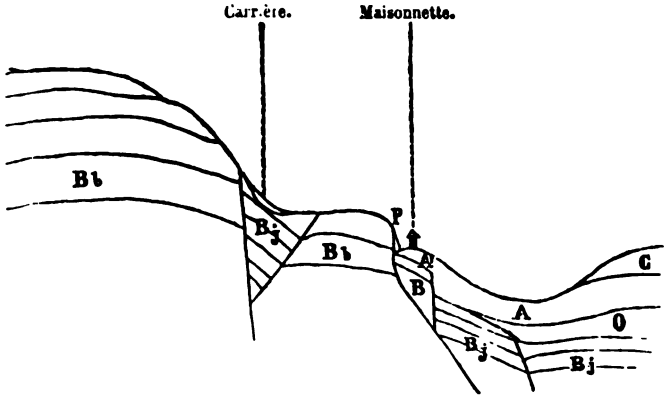


A. — Bathonien jaune à silex rubanés.
B. — Couche à minerai (*A. Lamberti*).
C. — Couche calcaire ferrugineuse (*A. cordatus*).
D. — Marne bleue (*A. cordatus*).

Il résulte de cette coupe qu'une action mécanique a opéré la chute du bathonien jaune dont les couches se sont fissurées en dalles sous les pressions qu'elles subissaient ; qu'ensuite une action corrosive des vagues en mouvement a déterminé sur la surface des dalles une sorte de moutonnage (*aaa*) sur lequel se sont moulées les premières couches qui ont pu se déposer ; peu à peu ces inflexions des couches ont disparu par l'effet d'un affaissement général du rivage, grâce auquel les sédiments ont de plus en plus recouvert les anfractuosités causées par l'érosion.

Un autre effet du soulèvement est visible près de Landon, tout le long de l'escarpement du bathonien blanc contre lequel viennent s'arrêter les couches argoviennes des vignobles de Dôle.

Coupe du Mont des Bruyères (en face de Dôle).



C. — Corallien.
A'. — Argovien sup. (marne de Dôle).
A. — Argovien infér. (calcaires à entroques).
O. — Oxfordien.
Bj. — Bathonien jaune.
p. — Poudingue bathonien.
Bb. — Bathonien blanc.

A l'endroit où cesse le vignoble (maisonnette de la coupe), le rocher présente un escarpement qui a 2 kilomètres de long et en moyenne 2 mètres de hauteur. A l'inverse de la roche du calcaire ruiniforme, la paroi de l'escarpement est lisse et arrondi, formant une sorte de moutonnage vertical (*p*). En l'observant dans les crevasses on reconnaît que c'est une sorte de placage dont le marteau révèle la structure. C'est un vrai

poudingue, dont les cailloux appartiennent au bathonien blanc et au bathonien jaune, et dont la pâte est une argile durcie, mais jaune et telle qu'on la trouve dans les couches supérieures du bathonien jaune. Ce placage peut donc être considéré comme la surface de glissement du bathonien jaune au moment où il était dérangé de sa position stratigraphique dont on voit encore des traces, des *témoins* sur le sommet du Mont-Roland.

On retrouve un poudingue à peu près semblable dans la tranchée qui nous a fourni la première de ces deux coupes. Le bathonien jaune, comme le montre cette coupe, est fissuré par un grand nombre de failles, et est également séparé du bathonien blanc par d'autres failles. Les parois de ces dernières contiennent des *poches* d'un mètre carré de section, dans lesquelles on observe l'argile jaune du poudingue ; mais ici l'argile est à peine durcie. La partie du bathonien jaune qui est au contact de ces poches est tellement disloquée, que toute trace de stratification a disparu pour faire place à une sorte de structure informe, composée de cailloux disjoints, parmi lesquels on retrouve des fragments de calcaire ruiniforme provenant de l'autre paroi de la poche. Cette sorte de poudingue est généralement fixée aux deux parois de la poche ; quand il y a un décollement du côté de la paroi formée par le bathonien blanc, on peut observer un véritable burinage sur la surface du calcaire ruiniforme.

J'ai observé une dizaine de faits de ce genre au pied des escarpements du bathonien blanc contre lesquels vient butter l'argovien.

On peut en conclure que jamais soulèvement n'a été plus catégoriquement prouvé, puisque, outre la discordance, on peut constater la manière dont les roches ont été fendillées en dalles, coupées par les failles, puisqu'on peut constater enfin les surfaces sur lesquelles ces roches ont glissé. C'est saisir la nature sur le fait.

Ce soulèvement a été reconnu à Dijon par M. Martin, à Gray par M. Perron, à Besançon par M. Vézian, qui a saisi cette occasion pour enrichir encore le *réseau pentagonal*, dans le Haut-Jura par M. Etallon, dans les chaînes centrales par M. Jaccard, par M. Hébert sur tout le pourtour du bassin de Paris.

Il a donc régné tout le long du rivage vosgien.

Quelle a été son influence ?

D'après ce qui a été dit sur l'antagonisme des premiers dépôts jurassiques, on peut en conclure que, mettant fin au régime des courants qui favorisaient l'apport de la silice et le développement des zoophytes, ce soulèvement a eu pour effet de ramener le régime des courants pélagiques qui, pendant longtemps, amenèrent les céphalopodes.

Nous avons vu par la transgressivité des dépôts que le rivage s'était enfoncé pendant la plus grande partie de l'étage oxfordien (jusqu'au sous-étage argovien ou corallien selon les localités), c'est-à-dire que l'œuvre lente du soulèvement qui se manifestait pendant la fin du bajocien et du bathonien, fut de nouveau interrompue, et que le régime des mers tendit à redevenir ce qu'il était au début du bajocien.

Quoique, dans certaines localités (Bâle), ce soulèvement ait été peu sensible, il n'est pas moins vrai qu'il a embrassé une grande étendue; de plus, sa force étant assez grande pour déplacer violemment les roches bathoniennes à peine consolidées, le littoral vosgien des mers jurassiques dut être relevé en un assez grand nombre de points et former beaucoup de hauts-fonds. L'influence de ces hauts-fonds se fait sentir au commencement des dépôts oxfordiens (observations de MM. Greppin et Etallon sur les faunes calloviennes et oxfordiennes du Haut-Jura); elle disparaît, il est vrai, plus ou moins lors du maximum d'affaissement. Mais quand le soulèvement du littoral reprit son cours progressif et séculaire, les hauts-fonds donnèrent des îles; la mer vosgienne de l'époque jurassique dut alors posséder un véritable archipel au milieu duquel les méandres multipliés des courants littoraux devaient favoriser l'établissement et la reproduction indéfinie des stations de zoophytes, ainsi que la formation de puissants sédiments qui s'accumulaient dans un golfe fermé par de longues chaînes d'îlots.

Le soulèvement post-bathonien a donc eu pour résultat d'exagérer la durée et la vie de l'étage jurassique qui l'a suivi; la durée de la période d'affaissement succédant à ce mouvement énergique a favorisé la durée de la faune à céphalopodes, et la multiplicité des îles nées des efforts dynamiques celle de la faune à zoophytes.

Voilà pourquoi l'étage oxfordien a quelquefois 200 mètres, tandis que l'étage bajocien n'en a que 50; voilà aussi pourquoi cet étage est celui qui caractérise le mieux l'époque jurassique dont il accentue toutes les phases.

Lors de l'étage tithonique, à mesure que le littoral conti-
ıait son mouvement d'exhaussement, l'archipel prenait les
oportions d'un bassin plus favorable à l'accumulation des
ıpôts, au développement et à la migration des zoophytes.
est pour cela que les subdivisions de cet étage présentent
tant d'importance.
En résumé, cette disproportion entre les quatre étages
ajocien, bathonien, oxfordien et tithonique) est un fait par-
ulier au rivage vosgien des mers jurassiques. Si les derniers
ıpôts présentent plus d'épaisseur que les premiers étages,
ne correspondent nullement au même fait; cette puis-
nce purement accidentelle ne doit pas marquer les phases
elles de l'histoire jurassique; c'est leur restituer leur vraie
leur que de les reléguer au rang de sous-étages, en con-
rvant le nom d'étage à la division qui représente un fait
ıportant, non-seulement dans le *temps*, mais aussi dans l'*es-
ce*.

Sur la proposition de M. Belgrand, la Société fixe la
ırse de la Padole au mercredi 13 septembre. Le départ
ra lieu de la gare d'Orléans par le train de 7 h. 35 du
ıtin.

M. Paul Gervais fait la communication suivante :

te sur la collection des mammifères fossiles conservés au Musée Saint-Pierre, à Lyon, par M. Paul Gervais.

Lorsque je me suis rendu dernièrement à Lyon pour y étu-
r la belle collection de reptiles et de poissons, des calcaires
ıographiques de Cirin, que le musée Saint-Pierre doit à
I. Thiollière et Jourdan, j'ai été frappé de la bonne in-
llation et de l'excellent classement des nombreux ossements
siles de mammifères que possède le même musée.
Les pièces, pour la plupart remarquables, sont aussi en
nde partie le fruit des recherches de M. Jourdan, et plu-
urs d'entre elles sont mentionnées dans les publications de
savant naturaliste. Grâce au zèle du directeur actuel du mu-
, M. le professeur Lortet, et au concours à la fois intelligent
actif que lui prête M. Chantre, il est dès à présent possible

de se rendre compte de l'importance de ce bel ensemble, et de juger des caractères que présentent les différentes faunes mammalogiques qui se sont succédé dans le bassin du Rhône. Il y a, en effet, dans la salle spécialement réservée aux mammifères, des ossements de cette classe d'animaux recueillis dans les principaux dépôts postérieurs à la craie.

Je signalerai d'abord, parmi les fossiles post-tertiaires, des débris de renne travaillés, qui proviennent du curieux ossuaire de Solutré, près Mâcon, si bien exploré par MM. de Ferry, Arcelin et Ducrost. L'homme est associé dans cette localité à l'éléphant, au grand bœuf, au cheval, au grand ours, à l'hyène, etc.

Un crâne de sanglier, trouvé dans le Mont-d'Or lyonnais, pourra être utilement comparé à ceux de race actuelle, ainsi qu'aux animaux du même genre que l'on a découverts à Lunel-Viel, près Montpellier, au Val d'Arno, près Florence, à Pikermi, près Athènes, etc. Ce crâne est celui dont de Blainville a parlé dans son Ostéographie du genre *Sus* (1). Comparé au crâne du sanglier de nos forêts, le moule en plâtre que MM. Lortet et Chantre ont bien voulu m'en remettre montre quelques différences qui devront être examinées avec soin.

Avec le sanglier de Saint-Didier se trouvaient des ossements d'éléphant, de grand ours, etc. M. Jourdan a parlé de ce gisement dans une note qu'il a insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

Des débris indiquant la marmotte (*Arctomys primigenia*) (2) proviennent de Poleymieux, où ils sont associés à ceux de l'*Ursus spelæus*, de l'*Hyæna spelæa*, du *Canis vulpes*, ainsi qu'à des ossements de cheval et de grand bœuf.

Le dépôt de Chagny doit être joint à la liste de ceux qui ont fourni des restes du *Castor*, de l'*Ursus spelæus*, de *Rhinoceros*, peut-être du *Rh. Merckii*, et, ce qui est plus rare, de *Machairodus*, probablement du *Mach. latidens*, que j'ai déjà mentionné en France, au Puy-en-Velay, d'après une pièce recueillie par

(1) Page 203.

(2) Aux gisements de cette espèce que j'ai précédemment signalés en France, il faut ajouter ceux de Fenguerolles, près Caen (Calvados), de Latrecey (Haute-Marne), de Toul (Meurthe) et des Eyzies (Dordogne). Il a aussi été trouvé des ossements d'*Arctomys primigenia* dans les cavernes de l'Italie, soit sur la frontière de France, du côté de Menton (M. Rivière), soit auprès de Pise (M. Regnoli).

. Aymard, et à La Baume, près Lons-le-Saunier (Jura), où . Benoît en a trouvé deux dents.

Je ne cite que pour mémoire les pièces, fort intéressantes :pendant, sur l'examen desquelles M. Jourdan a établi son *rmenalurus* (1) (*O. gracilis*), qui est une grande espèce de la ibu des Félins. Je me borne également à rappeler que c'est ı musée de Lyon que sont actuellement déposés les fossiles découverts en Auvergne, que j'ai décrits et figurés dans ma oologie et Paléontologie françaises, sous le nom de *Palæo-ıærus typus* (2) (p. 185, pl. 33, fig. 1-2), et d'*Hyopotamus bor-ɔnicus* (p. 192, pl. 31, fig. 9).

Des fragments indiquant le *Mastodonte à longue symphyse*, spèce commune dans les dépôts d'Eppelsheim et de Sansan, nt été trouvés dans le miocène lacustre de la Croix-Rousse, Lyon. Il y a parmi eux une portion très-caractéristique de ıaxillaire inférieur.

Le musée possède encore d'autres espèces de mammifères galement découvertes dans l'intérieur de Lyon.

Mais les tufs à indusies de Saint-Gérand-le-Puy (Allier) et es localités avoisinantes (Langy, etc.), ainsi que les marnes e Curcy, qui en sont peu éloignées, ont fourni au musée e Lyon une riche série de fossiles, pour la plupart fort in-éressants : les uns de la classe des mammifères, les autres le celles des oiseaux ou des reptiles. C'est de ces dépôts que ɔroviennent les genres Cynélos et Céphalogale de M. Jour-lan (3).

Le *Cynelos* (*Amphicyon gracilis*, Pomel; *A. elaverensis*, ». Gerv.) m'était déjà connu par les fragments que j'en avais ;us à Cusset, chez M. Feignoux, et par ceux formant les pièces-ypes du genre, qui sont conservés au musée de Lyon (4), et e n'en parle ici que pour rappeler que ce canidé a seulement ;ept molaires inférieures, comme la plupart des autres ani-maux de la même famille, tandis que les Amphicyons véritables (*Amphicyon major*) en ont huit, par suite de la présence à cette mâchoire d'une troisième paire d'arrière-molaires tubercu-leuses.

Quant au *Céphalogale* (*Cephalogale Geoffroyi*, Jourdan), il ré-

(1) *Bulletin Acad. sciences, belles-lettres et arts de Lyon*; 1866.

(2) Synonyme d'*Hyotherium Sœmmeringii*, H. de Meyer.

(3) *Revue des Sociétés savantes*, t. I, p. 130; 1862.

(4) *Zool. et Pal. franç.*, p. 215.

pond en partie à l'espèce signalée précédemment par moi sous le nom d'*Amphicyon zibethoides* (1). Chacune de ses mâchoires avait sept paires de dents molaires.

Voici donc de nouvelles formules dentaires à ajouter à celles qu'on a déjà observées sous le rapport du nombre des dents molaires, chez les canidés (*Canis*, *Cuon*, *Icticyon*, *Amphicyon*, etc.) (2).

Une boîte crânienne de Céphalogale, appartenant au musée de Lyon, m'a permis de faire exécuter un moulage de l'intérieur du crâne de cette espèce, et d'en obtenir la forme cérébrale dont je publierai une figure (3).

---

(1) *Zool. et Pal. franç.*, p. 216.

(2) On ne sait pas encore quelle est exactement la formule dentaire du genre éteint de Canidés que M. Lartet (*Notice sur Sansan*, p. 16) indique sous le nom d'*Hemicyon*, et dont il dit qu'il est plus grand que le loup, mais plus voisin de ce dernier que l'Amphicyon ; ajoutant qu'il semble se rapprocher, par quelques détails de ses dents caractéristiques, de certaines espèces de la famille des martes, particulièrement du glouton. Cette dernière remarque semblerait indiquer qu'il existe de l'analogie entre l'Hémicyon de M. Lartet et l'animal de Pikermi décrit par A. Wagner en 1857 sous le nom de *Pseudocyon robustus* (*Acad. de Munich*, p. 15, pl. 6, fig. 11), mais celui-ci est de moindre taille que le loup, et sa formule dentaire, ainsi que la forme de plusieurs de ses dents permettent de le distinguer aisément de ce dernier carnivore. Le *Pseudocyon robustus*, à l'espèce duquel appartient évidemment l'animal du même gisement dont M. Gaudry a fait son genre *Metarctos*, et dont il a décrit une mâchoire inférieure complète (*Anim. fos. de l'Attique*, p. 37, pl. 6, fig. 1-2), a deux paires de tuberculeuses supérieures, peu différentes de celles des Canidés, mais il n'a qu'une seule tuberculeuse inférieure. Il n'est d'ailleurs pas certain que ce soit véritablement un animal de cette famille.

M. l'abbé Bourgeois a cité le *Pseudocyon* parmi les fossiles dont il a constaté la présence dans les sables de l'Orléanais. Une molaire supérieure de forme tuberculeuse, provenant de ces dépôts, qu'il m'a montrée dernièrement, m'a paru être la première tuberculeuse supérieure gauche du *Pseudocyon robustus*.

Quant au genre *Pseudocyon* de M. Lartet, signalé par ce naturaliste à la page 16 de sa Notice sur Sansan, et qu'il dit supérieur en dimension à l'*Hemicyon sansaniensis*, qui lui-même dépasse le loup, il paraît bien certain qu'il n'est pas identique avec celui établi par Wagner sous le même nom. Le *Pseudocyon* de Wagner devra prendre la dénomination de *Simocyon* que Wagner lui-même a proposée pour sortir de cette confusion.

La formule du *Pseudocyon sansaniensis* n'est pas encore connue.

(3) Voir *Journal de Zoologie*, n° 2.

[illegible] mammifères [illegible] dans les [illegible] du département de l'Isère, [illegible] de ces ossements de mammifères. [illegible] [illegible] les espèces du genre [illegible] [illegible] les [illegible] [illegible] [illegible]

Pendant une course que nous avons faite dans ce
lité avec M. Chantre, nous y avons trouvé un maxilla
rieur indiquant un saurien comparable aux Varans et
vegardes.

Espérons que M. Lortet ne tardera pas à publier
veaux renseignements sur les fossiles de la Grive.

Divers autres gisements riches en ossements de mai
sont également très-bien représentés dans le musée
et pourront donner lieu à de nouvelles publications. J
parmi eux, celui de la Debruge, près Apt (Vaucluse)
quel j'ai moi-même appelé autrefois l'attention des nat

Il existe à la Debruge, dans un dépôt ligniteux,
montagne de Perréal ou Sainte-Radegonde, dans de
calcaires, une quantité considérable d'ossements de
fères appartenant aux espèces enfouies dans les gy
risiens : paléothériums, paloplothériums, anoplot
chéropotames, xiphodons, adapis, hyénodons, ptérod
thériums, etc. Tous ces genres sont très-bien repré
musée de Lyon, et l'on voit aussi dans ce musée quelq
du *Dichobune leporinum* qui proviennent de la Debru
ment dans lequel la présence de cette espèce n'av
encore été signalée.

Ces courtes indications suffiront pour montrer
logues les services que peut rendre à la science le cl
du musée Saint-Pierre dont MM. Lortet et Chantre s
avec tant de zèle.

A la suite de cette communication, M. Delesse
que MM. Falsan et Locard ont publié dans leur
phie géologique du Mont-d'Or Lyonnais (1866), la *Cla*
des terrains tertiaires et quaternaires, adoptée par M. l
seur Jourdan, classification dans laquelle chaqu
est caractérisée par l'existence d'un certain no
grands mammifères.

LÉGENDE

Argile bressane avec cailloux locaux ou étrangers	Br.
Etage Néocomien	N
E. . Kimméridgien	K
E. . Séquanien	S
E. . Corallien	C
E. Argovien	A
E. . Oxfordien	O
E. Bathonien	B
E. . Bajocien	J
Lias	L
Trias	T
Arkose	Ta
Terrain Permien	P
Roches primitives (Gneiss, Eurite)	G. et E.

Paris. Imp. Becquet.

Note de Mr Farge.

Imp. Becquet, Paris.

Os d'Halitherium portant des traces d'incision.

Les terrains stratifiés, considérés au point de vue de l'origine des substances qui les constituent et du tribut que leur ont apporté les parties internes du globe; par M. Daubrée.

(Communiqué à la séance du 7 août 1871.)

Les débris d'animaux et de végétaux que les sédiments des anciennes mers renferment, avec tant d'abondance, ont attiré surtout particulièrement l'attention des géologues, surtout depuis un demi-siècle. L'étude des fossiles a porté, non-seulement sur leur nature même, leurs formes et leur constitution, mais aussi sur leur répartition dans la série des couches et leur succession dans le temps. On est ainsi parvenu à établir une série chronologique des assises, et à faire des rapprochements entre des divisions, étages et sous-étages, qui paraissent avoir été déposés simultanément dans les pays les plus distants.

A un tout autre point de vue, les terrains stratifiés ont aussi révélé des faits d'une importance capitale. Les dérangements considérables qu'ils ont subis, depuis qu'ils ont perdu l'horizontalité sous laquelle ils avaient été originairement formés, c'est-à-dire les ploiements et redressements de leurs strates, ont fait ressortir, en effet, d'une manière palpable, le caractère, l'énergie et les directions des actions mécaniques dont la croûte terrestre présente, de toutes parts, l'empreinte saisissante.

Il est un troisième ordre de questions que fait naître l'étude des roches de cette grande catégorie : ce sont celles qui concernent leur mode même de formation, c'est-à-dire leur histoire physique et chimique.

Ce qui se passe aujourd'hui dans la mer, c'est-à-dire les actions par lesquelles des matériaux de nature variée y sont étalés au loin et nivelés par la nappe liquide, puis se superposent graduellement les uns aux autres, fournit des termes de comparaison instructifs sur la formation des roches stratifiées.

Mais au delà de cette mise en œuvre par les eaux de surface, marines ou lacustres, se présente une question primordiale. Avant que ces puissants remblais, d'un volume si considérable, eussent été étendus comme nous les voyons, où étaient les différents corps qui y sont aujourd'hui, combinés et accumulés? Où la mer a-t-elle trouvé à s'emparer d'une telle

quantité de matériaux? Quelle est, en un mot, l'origine des substances qui constituent les terrains stratifiés?

On sait comment Werner, dans un système qui avait généralement cours à la fin du siècle dernier, faisait dériver de la mer primitive la totalité des matériaux qui composent les terrains stratifiés; il n'en exceptait même pas les masses cristallines qui leur servent de support.

Pendant le premier quart de ce siècle, bien des observations démontrèrent que beaucoup de masses ont été intercalées, de bas en haut, dans l'intérieur des terrains sédimentaires, et que les filons métallifères ont également été remplis par des exhalaisons émanant des régions profondes du globe. Dès lors, on fut amené à soupçonner une origine analogue pour certaines substances qui entrent dans la constitution même des terrains stratifiés. Cette supposition se trouvait appuyée par cet autre fait, que l'on arriva à constater, que les sources thermales et gazeuses sont aussi en relation avec les disloçations profondes, même dans des régions qui ne sont pas traversées par des roches éruptives.

D'ailleurs, des exemples à l'appui de ce dernier procédé de formation étaient fournis par les couches tertiaires du bassin de Paris, qui, déjà à cette époque, avaient été étudiées d'une manière approfondie. Dès 1812, M. d'Omalius constatait une ressemblance des calcaires d'eau douce de la France et de divers autres pays avec les dépôts formés récemment, aux environs de Rome, par les sources minérales incrustantes; on était donc autorisé à considérer les premiers comme formés dans des conditions semblables, c'est-à-dire comme étant d'anciens *travertins* (1). Cette opinion fut bientôt adoptée et confirmée par Alex. Brongniart (1822) (2).

La manière d'être d'autres substances, moins abondantes que le calcaire, faisait aussi soupçonner une intervention des agents de la profondeur dans la formation des terrains stratifiés. L'action de vapeurs magnésiennes, à laquelle Léopold de Buch croyait devoir recourir pour expliquer la formation des dolomies du Tyrol, dans le mémoire célèbre qu'il publia en 1822, le conduisait à supposer que des actions du même genre avaient

(1) *Journal des Mines*, tome XXXII, page 402.

(2) *Description géologique des environs de Paris*, édition de 1822, p. 312, 3e édition, 1835, p. 556.

contribué à la formation de certains dépôts de gypse autour du Hartz (1824). Il est juste de rappeler que, dès 1821, M. Becquerel avait frayé une autre voie tendant au même but, en signalant, dans l'argile plastique des environs de Paris, de la blende et de la strontiane sulfatée. L'arrivée de cette dernière substance fut bientôt rattachée par Brongniart aux failles, tapissées d'élégants cristaux, que présente la même contrée (1).

Comme contre-partie expérimentale de ces observations, Berzélius, à la suite d'une analyse des plus habiles, publiée en 1823, saisissait la strontiane sulfatée et le fluorure de calcium en voie de formation, dans les dépôts des sources thermales de Carlsbad.

Au même moment, de Bonnard appelait l'attention sur la présence de minerais métalliques, en beaucoup de points, dans les terrains stratifiés de la France centrale qui sont juxtaposés au granite.

D'un autre côté, l'hypothèse qu'avait émise Lazzaro-Moro, en 1740, en attribuant une origine éruptive au sel gemme, ainsi qu'au soufre et au bitume, était reprise et appliquée par de Charpentier (1823) à l'amas de Bex, qui est associé à de l'anhydrite, et M. d'Alberti, dans l'étude classique qu'il faisait de ce terrain, en 1834, se ralliait à la même hypothèse pour tout le sel gemme subordonné au trias. D'ailleurs, l'examen des gîtes de minerai de fer pisolithique avait conduit (1828) Alexandre Brongniart à une conclusion semblable, qui devait bientôt, naturellement, s'appliquer aussi aux dépôts siliceux ou meulières des terrains tertiaires (2). Une origine analogue fut étendue à d'autres substances par M. d'Omalius, particulièrement à certaines argiles et à certains sables, qui, notamment en Belgique, paraissent participer au mode de formation de la calamine (3) (1841 et 1855), et que Dumont nomma dépôts *geysériens* (1854). D'un autre côté, par ses belles recherches sur la décomposition des espèces minérales de la famille des silicates, Ebelmen découvrait, en 1845, des liens directs qui unissent les roches sédimentaires aux roches éruptives. On sait enfin avec quel ensemble d'arguments le travail classique que M. Elie de Beau-

(1) Même ouvrage, édition de 1822, p. 75.

(2) *Description géologique des environs de Paris* 3e édit., 1835, p. 556.

(3) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XII 1856, p. 242.

mont publia, en 1847, sur les émanations volcaniques et métallifères, confirmait dans cet ordre d'idées.

C'est ainsi que diverses substances appartenant aux dépôts sédimentaires étaient reconnues ou, au moins, étaient supposées provenir des régions profondes.

Malgré l'intérêt qu'il présente, ce sujet a été peu étudié dans son ensemble. Ainsi, c'est à peine si l'origine possible du carbonate de chaux, qui joue un si grand rôle, est mentionnée dans certains traités de géologie. Bien que le problème soit d'un abord difficile et qu'il ne soit pas susceptible d'une solution précise et absolument certaine, ce n'est pas une raison pour l'éviter indéfiniment; car il est du nombre de ceux qui s'imposent sans cesse à l'esprit de l'observateur, comme se rattachant, de la manière la plus directe, à l'économie générale du globe. Quelque ingrate que soit la tâche de celui qui s'aventure dans des terrains aussi mouvants et s'expose ainsi à de nombreuses objections, la discussion qui a eu lieu, dans une séance récente, à propos d'un cas particulier, du phosphore, m'engage à soumettre à la Société géologique quelques observations sur cette question. Si certaines idées sont justes, elles prévaudront, tandis que les faits qui se révéleront plus tard anéantiront celles qui seraient trop aventurées, et que je serai le premier à abandonner.

I. — Apports des parties externes et particulièrement de l'écorce cristallisée.

Considérées dans leur nature minérale, les roches stratifiées, quelque développées qu'elles soient, sont peu variées. Trois espèces, le quartz, l'argile et le carbonate de chaux, y prédominent considérablement, quelquefois à peu près pures, le plus souvent à l'état de mélange. La dolomie n'y est pas rare; le gypse et l'anhydrite, le sel gemme, ainsi que les combustibles charbonneux, y occupent une place beaucoup plus restreinte. Il importe encore de signaler, quoique en proportions relativement faibles, les phosphates, la pyrite, ainsi que les oxydes et carbonates de fer, qui sont fréquemment associés à ces roches.

Si l'on poursuit les dépôts sédimentaires jusqu'à une profondeur suffisante, on les voit s'arrêter partout, pour faire place à des masses d'une autre composition minéralogique, de na-

ture éminemment cristalline, et dépourvues de fossiles. Ces dernières, qu'on a désignées sous l'épithète générale de *cristallisées*, ont été soumises à des conditions spéciales; elles sont principalement représentées par le granite et le gneiss. Dans toutes les parties du globe, cette sorte de soubassement se présente avec une uniformité très-remarquable, qui atteste l'unité de son mode de formation.

Des roches moins anciennes ont pu, sur des massifs considérables, prendre la structure cristalline sous l'influence de certaines actions calorifiques et chimiques, c'est-à-dire devenir métamorphiques, comme on l'a signalé en Toscane et dans diverses parties des Alpes. Mais, lorsque les terrains siluriens ont commencé à se déposer, l'assise sur laquelle ils s'étendaient était sans doute déjà cristalline, à peu près comme elle l'est aujourd'hui. En effet, le contraste que les couches siluriennes les plus anciennes présentent avec le gneiss sous-jacent, par exemple en Suède et aux États-Unis, atteste l'ancienneté de l'état cristallin de ce dernier. Il en est de même des galets et des autres débris granitiques, que renferment parfois les couches siluriennes inférieures, sans qu'elles-mêmes aient été sensiblement transformées.

C'est donc sur un fondement préexistant de roches cristallines, parmi lesquelles le gneiss prédomine, que se sont empilées successivement, depuis des époques extrêmement reculées, les roches stratifiées fossilifères, comme les innombrables couches annuelles d'un arbre gigantesque.

Dans les considérations qui suivent, nous ne chercherons pas à remonter au delà du terrain silurien, à cause des incertitudes qui règnent encore sur les couches plus anciennes, cambriennes et autres.

Produits de trituration. — L'eau, qui se meut de toutes parts à la surface des continents et dans le bassin de l'Océan, peut être considérée comme un gigantesque agent de trituration, de charriage et de dépôt. Depuis que l'eau constitue à la surface du globe une masse liquide, elle n'a pas dû cesser d'agir ainsi, et de former des sédiments avec des dépouilles arrachées à l'écorce solide. Aussi, quand on examine l'ensemble des roches déposées par les eaux sur le globe, on est frappé du grand développement qu'y occupent des masses évidemment formées par la démolition de roches préexistantes.

Il ne s'agit pas seulement de ces vastes traînées de matériaux, blocs épars, graviers, sables, limons, qui se montrent

de toutes parts, et qui ont été étendues à la surface du sol par d'anciennes eaux courantes ou par des glaciers, depuis que les continents sont émergés. Les terrains stratifiés proprement dits renferment, dans tous leurs groupes, des cailloux qui ne laissent point de doute sur leur origine, qu'ils soient restés incohérents, ou qu'ils aient été cimentés et constituent des poudingues.

Les produits de la trituration, c'est-à-dire les sables et les limons, sans être aussi caractérisés que les matériaux grossiers dont il vient d'être question, sont incomparablement plus développés. Les cailloux et les poudingues n'occupent qu'une place comparativement restreinte. Ils sont en quelque sorte exceptionnels, recouvrant souvent d'anciens littoraux, et parfois formés à peu près sur place. Il est facile de comprendre que de tels triages se soient opérés dans cet immense atelier de préparation mécanique.

Des effets de retrait, dus à une contraction opérée tantôt par le refroidissement, tantôt par la dessiccation, n'ont pas seuls fissuré les roches et contribué à préparer les fragments que les eaux ont emportés. Les brisements de l'écorce terrestre par les actions souterraines ont eu, dans beaucoup de lieux, une influence marquée sur les démolitions et sur la formation des poudingues ; par exemple, pour ceux qui sont si grandement développés sur la lisière septentrionale des Alpes, et ceux qui, connus sous le nom de poudingues de Palassou, sont juxtaposés aux deux versants des Pyrénées.

Au milieu des menus débris des masses préexistantes, si abondamment répandus dans l'épaisseur de l'écorce terrestre, il est un fort contingent qui a été fourni par les roches granitiques. Mais pour pouvoir les reconnaître à un état de division extrême, il importe d'examiner la manière particulière dont chacun des éléments du granite se comporte dans l'acte de trituration.

D'abord, le quartz, malgré sa dureté, est assez fragile, celui du granite surtout, qui est souvent traversé par de nombreuses fissures microscopiques, ou tressaillements, suivant le langage emprunté aux lapidaires. Aussi se pulvérise-t-il aisément et se réduit-il bientôt à l'état de sable fin, tel que celui qui forme l'élément prédominant de beaucoup de grès. On assimile souvent le sable aux cailloux, dont il serait un diminutif. Il y a toutefois à faire entre ces deux sortes de débris, au point de vue de leur histoire, une distinction qui se révèle par la différence de leurs formes. Au lieu d'être arrondis et usés comme

les cailloux, beaucoup de sables, surtout ceux dont le grain est très-fin, sont essentiellement anguleux et d'aspect fragmentaire; examinés à la loupe, ils ressemblent à du verre pilé: tels sont les sables qui se forment sur beaucoup de côtes, et ceux que l'on peut obtenir directement, dans des expériences, en faisant frotter, au milieu de l'eau, des fragments de granite les uns contre les autres, de manière à imiter les actions mécaniques qui se produisent naturellement dans les mouvements des eaux. Les gros morceaux roulent au fond en se heurtant et en frottant les uns contre les autres; ils s'arrondissent ainsi par l'usure et deviennent ce qu'on appelle des galets. Mais les menues parcelles, qui sont assez légères pour demeurer en suspension, flottent indéfiniment, en restant isolées, contrairement à ce qui arrive pour les premiers. Elles peuvent donc être très-longtemps le jouet des eaux et franchir de longues distances, sans se briser, ni sans subir de frottement notable et s'user davantage. Il en est ainsi, tant que les filets d'eau qui les portent conservent une vitesse suffisante. Si donc les particules étaient anguleuses au moment où le liquide les a enlevées, elles demeurent indéfiniment telles, jusqu'à ce qu'une diminution dans la vitesse les fasse atterrir ensemble et trouver finalement le repos.

Sous l'influence des mêmes agents mécaniques, le mica, qui se présente en lames minces et très-clivables, se réduit en parcelles de plus en plus minces. Ce minéral reste donc en paillettes, comme celles que l'on voit disséminées dans des grès et des argiles de différents âges, et auxquelles ces roches doivent souvent une structure feuilletée. Le grès houiller ou psammite et le grès bigarré, ainsi que les argiles qui leur sont subordonnées, offrent des exemples bien connus de détritus plus ou moins micacés, dans lesquels le mica n'a certainement pas été formé sur place. Il en est de même du grès dit de Fontainebleau. Deux propriétés rendent compte de la persistance remarquable du mica, en lamelles très-reconnaissables, au milieu de nombreuses roches sédimentaires. D'une part, les lamelles arrivent bientôt à un degré de ténuité tel qu'elles cessent de subir des frottements, comme le sable quartzeux à grain très-fin dont il vient d'être question, et d'autant mieux que, à volume égal, leur forme aplatie est favorable à ce mode de suspension et d'entraînement. D'autre part, malgré son état de division, le mica résiste remarquablement aux actions chimiques qui décomposent ou dissolvent un grand nombre d'au-

tres minéraux. Son éclat le fait d'ailleurs mieux reconnaître, en particules fines, que la plupart des autres minéraux.

Quant au troisième minéral constituant, il se comporte autrement que ses deux compagnons.

Lorsque le granite se désagrége simplement sur place et se réduit en arène, le feldspath s'isole en grains distincts, ainsi qu'on le voit dans les arkoses liasiques et tertiaires de la France centrale, ou dans beaucoup de grès du terrain houiller et du terrain permien. Mais, à la suite d'une trituration, il n'a pas, comme le quartz et le mica, le privilége de conserver des dimensions appréciables et ses caractères minéralogiques; par suite, il cesse de pouvoir être reconnu; il s'efface. Sa dureté ne l'empêche pas, en effet, de se transformer rapidement en une poussière très-fine et souvent plastique, une sorte de boue qui offre l'aspect de certaines argiles. Ce fait, qui a été constaté dans des expériences (1), résulte de la fragilité connue du feldspath, suivant deux systèmes de clivage.

C'est ainsi qu'à part les argiles proprement dites, dont je ne parle pas en ce moment, bien des masses appartenant aux terrains stratifiés sont ordinairement classées parmi les roches argileuses, tandis qu'elles doivent être assimilées à des limons feldspathiques, qui ont été formés pendant les anciennes périodes, de même que nous le voyons aujourd'hui.

On sait quelle place considérable les phyllades, roches dont l'ardoise présente une variété bien connue, occupent dans les terrains de sédiment anciens ou paléozoïques, où ils sont fréquemment associés à des quartzites et à d'autres roches arénacées. Le terrain silurien, en particulier, présente des massifs très-importants de cette roche dans diverses régions du globe, en Europe, dans les deux Amériques et en Australie (2).

Le nom de *schiste argileux* (*thonschiefer*), par lequel on a,

---

(1) Recherches expérimentales sur le striage des roches dû au phénomène erratique, et sur la formation des galets, du sable et du limon. *Annales des Mines*, 5e série, t. XII, 1857; — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLIV, p. 997.

(2) C'est dans ce groupe inférieur que l'on exploite l'ardoise, à Angers, dans les Ardennes, dans le pays de Galles et ailleurs. Cependant des terrains moins anciens en fournissent aussi : tels sont, dans les Alpes, le terrain jurassique et même le terrain tertiaire éocène ; les ardoises de Barcelonnette, dans les Basses-Alpes, et du Plattenberg, en Suisse, provenant de ce dernier.

autrefois, désigné les phyllades, et qu'on leur donne encore très-souvent, est de nature à induire en erreur, en les assimilant aux argiles, dont ils seraient des variétés fortement durcies. Au lieu de se délayer avec rapidité en présence de l'eau, comme ces dernières, les phyllades ont assez de cohésion pour pouvoir lui résister indéfiniment. De même que les argiles, ils se composent principalement de silicate d'alumine; mais, à part une proportion d'eau beaucoup moindre, ils en diffèrent encore par la présence, en quantité notable, de plusieurs bases; ce sont souvent les mêmes que celles qui entrent dans la composition du granite. Certaines variétés de phyllades renferment jusqu'à 6 et 7 p. 100 de potasse, et présentent parfois une composition élémentaire identique à celle de certaines roches granitiques considérées dans leur ensemble, comme l'ont fait remarquer Berzelius pour un schiste, de Bornholm, et, plus tard, M. G. Bischof (1). Si la teneur en silice présente de forts écarts, cela s'explique principalement par des mélanges de sable quartzeux très-fin, que l'analyse immédiate a souvent pu isoler. Malgré la grande différence d'aspect qui sépare ces deux roches, on est donc autorisé à les rapprocher et à considérer la matière première de beaucoup de phyllades comme dérivant des roches feldspathiques ou granitiques, plutôt par une simple trituration que par une décomposition.

Cette ressemblance explique d'ailleurs la facilité avec laquelle ces phyllades ont pu, sous certaines actions calorifiques, se métamorphiser, c'est-à-dire reprendre un état cristallin, notamment par l'apparition du mica.

Quant à la structure feuilletée qui caractérise les phyllades, elle s'est produite postérieurement à leur formation. Elle résulte très-probablement d'un laminage, opéré sous l'influence de pressions énergiques, qui ont aussi ployé les couches et ont eu souvent la puissance de les redresser sous des formes montagneuses (2).

Les roches désignées sous le nom d'*argilolithes* ou d'*argilites* se distinguent aussi des argiles proprement dites, non-seulement par leur degré de consistance, mais aussi par leur com-

---

(1) D'après de nombreuses analyses, comme dans le granite, la potasse prédomine souvent dans le phyllade par rapport à la soude, de même la magnésie par rapport à la chaux.

(2) Études et expériences sur le métamorphisme. *Annales des Mines*, 5e série, t. XVI, p. 461, 1861; et *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XVIII, p. 487.

position (1). Elles sont particulièrement fréquentes dans le terrain permien, où elles se trouvent souvent associées au porphyre feldspathique. Les environs de Saint-Pétersbourg en présentent qui appartiennent au terrain silurien (2). De même que les phyllades, les argilolithes se rapprochent fréquemment du feldspath par leur composition.

Produits de décomposition. — Les terrains stratifiés renferment aussi, comme chacun le sait, des couches fréquentes d'argile, qui, ordinairement, sont impures. Les terrains les plus anciens n'en contiennent pas souvent, au moins dans l'Europe occidentale : elles y sont remplacées par les phyllades (3). Dans le terrain houiller, les argiles schisteuses abondent et forment, avec les grès, les fidèles compagnons de la houille. Les amas de sel gemme qui se montrent fréquemment dans le trias sont, en général, enclavés dans des argiles ou des marnes, auxquelles ils doivent leur préservation contre l'infiltration des eaux. Dans le terrain jurassique, divers étages d'argiles ou de marnes alternent avec les calcaires. Il en est de même dans le terrain crétacé, où l'on en exploite de très-estimées, ainsi que dans les terrains tertiaires. Beaucoup d'argiles utiles se rencontrent aussi dans les terrains de transport.

On avait autrefois considéré les argiles comme le résultat de la trituration d'autres roches. Ce qui devait faire croire qu'il en était ainsi, c'est qu'elles sont souvent mélangées ou associées à des sables, comme si elles n'en différaient que par un degré plus grand de ténuité. D'un autre côté, on voit des roches de nature variée se réduire par l'usure, sous l'eau, en une pâte qui ressemble à de l'argile; le quartz, le feldspath, le calcaire, dans les expériences où l'on fait frotter chacune de ces roches sur elle-même, se comportent ainsi. La boue du macadam de nos chaussées offre un exemple bien connu de ce fait.

Les argiles, comme le kaolin, se sont produites par la transformation de roches silicatées préexistantes, ainsi que l'a si bien démontré Ebelmen, avec la sagacité dont tous les travaux de ce savant, si prématurément enlevé à la science, portent l'empreinte.

---

(1) Knopp. *Neues Jahrbuch fur Mineralogie*, 1859, p. 582.

(2) Delesse et de Lapparent, *Revue de géologie*, 1866, p. 74.

(3) Il n'en est pas de même dans les contrées où, comme en Russie ou aux États-Unis, ces couches sont restées horizontales.

Quels sont les agents qui ont produit des changements dans des combinaisons aussi stables? On sait que le feldspath, en particulier, même quand il est réduit en poussière, est inattaquable par les acides chlorhydrique et sulfurique.

D'abord les roches granitiques peuvent être particulièrement préparées à subir une décomposition, non-seulement par les fissures nombreuses qui les traversent, mais par l'état de pulvérisation qu'elles éprouvent sur place, en se réduisant en *arène*. Une fois désagrégées de cette manière, les roches résistent plus difficilement aux agents qui tendent à les décomposer.

Parmi ces agents, il en est qui résident dans l'atmosphère et qui, chaque jour encore, tout faibles qu'ils paraissent, ont une part dans certaines décompositions : tels sont l'acide carbonique de l'air, l'acide nitrique qui s'y développe, et des acides organiques, dont le rôle se manifeste surtout par les bariolures blanches qu'ils produisent dans beaucoup de sables ocreux.

Quoique l'atmosphère puisse produire des changements très-notables, surtout avec le secours du temps, certains effets ne peuvent lui être attribués et paraissent relever des agents émanant de la profondeur. Divers gîtes de kaolin apportent une preuve d'une intervention de ce dernier ordre, lorsqu'ils sont associés à des filons métallifères, comme sur plusieurs points du Cornouailles. A Carglaze, par exemple, ce sont les agents qui ont apporté l'étain de la profondeur et produit les petits filons de quartz et de tourmaline, qui ont attaqué le granite. La date du phénomène et la cause de la modification paraissent être attestées par les cristaux bien connus, dans lesquels l'étain oxydé, accompagné de quartz, est venu se substituer au feldspath, sans que la forme de ce dernier minéral ait été altérée. Dans divers points des Pyrénées, par exemple à Pouzac, la décomposition des ophites ne doit probablement pas être attribuée à des actions superficielles, non plus que celle de beaucoup de porphyres dits argileux (*thonporphyr*), de roches amygdaloïdes et de wackes.

Il arrive, encore aujourd'hui, des profondeurs des agents qui sont de nature à opérer des décompositions de ce genre, comme l'acide chlorhydrique, l'acide carbonique qu'exhalent les volcans; aussi, dans certaines localités, les roches volcaniques sont devenues molles et comme argileuses, par suite du pas-

sage de ces vapeurs à la fois acides et chaudes. D'un autre côté les eaux alcaline décomposent aussi les silicates (1).

Une fois formées, les argiles, comme le kaolin, sont quelquefois restées sur la place où elles ont pris naissance · mais elles sont si faciles à délayer qu'elles ont été, en général, enlevées par les eaux et charriées à des distances considérables de leur point de départ Elles sont ainsi arrivées à la mer ou à des lacs, où elles se sont étendues en couches, alternant avec d'autres roches.

Pendant longtemps, tandis que la potasse était reconnue dans toutes les plantes terrestres que l'on ncinérait, on ne parvenait pas à en constater la présence dans le sol. Aussi avait-on été conduit à supposer que cette substance se produisait par la force vitale des végétaux. Ce fut donc un étonnement général lorsque, à la fin du siècle dernier, 'alcali végétal fut signalé dans le règne inorganique. C'est en 1794 qu'il fut découvert parKlaproth, dans e minéral nommé leucite ou amphigène, lequel faisant partie des aves du Vésuve, ne pouvait l'avoir tiré des végétaux (2) Cependant on ne s'expliquait pas encore complétement comment la potasse arrive d une manière générale aux végétaux qui croissent sur des sols très-différents, calcaires et arénacés, où l'on n'aperçoit pas de détritus granitiques, lorsqu'il fut constaté, par des analyses attentives, que les argiles, outre leurs trois éléments essentiels, la silice, l'alumine et l'eau, renferment presque toujours de la potasse en quantités notables Les argiles qui se sont mélangées aux terres végétales apportent donc, en même temps que des propriétés absorbantes et plastiques fort utiles, cet élément indispensable de fertilité.

A un autre poin de vue, a présence habituelle de la potasse dans les argiles mérite d'être mentionnée, parce qu'elle concorde avec la supposition que ce minéral se rattache fréquemment, par son origine, aux roches felspathiques. Dans la décomposition de ces silicates extrêmement stables, les protoxydes n'en sont éliminés que difficilement et lentement et le départ n'est pas, ordinairement, arrivé à être assez complet pour qu'il ne reste pas une certaine quantité de potasse, comme un témoin

(1) M. Delesse a étudié les actions de ce genre. *Bull. Soc. géol*, 2e série, t. XI, 1853, p. 127.

(2) Ce ne fut que plus tard, au commencement de ce siècle, que ce même alcali fut observé dans le feldspath.

du mode originel de combinaison. En somme, notre premier réservoir de potasse est réellement dans les roches granitiques, qui contiennent cette base, non-seulement dans leur feldspath, mais dans leur mica (1). Toutefois cette base est si énergiquement combinée dans ces deux espèces, que les végétaux ne la leur soutirent que très-difficilement et avec lenteur, tandis qu'à l'état où elle est amenée dans les argiles et ensuite dans la terre végétale, elle paraît mieux se prêter à l'assimilation (2).

A propos de la décomposition des roches silicatées, il convient de ne pas perdre de vue l'inégalité que présentent les roches granitiques, au point de vue de leur décomposition. Dans une même carrière, on voit souvent du granite réduit en arène, à côté de parties tout à fait solides et saines. Les roches granitiques qui, dans diverses contrées, telles que les Alpes, la Scandinavie, l'Amérique du Nord, portent l'empreinte du phénomène erratique, montrent avec quelle force elles peuvent souvent résister à tout changement. Les surfaces polies et striées par le frottement que présentent ces roches sont parfois aussi fraîches, les stries y sont burinées d'une manière aussi fine et aussi nette que si elles avaient été produites récemment. Depuis l'époque où ces surfaces ont été mises à nu, qui est géologiquement très-récente, mais qui remonte à un grand nombre de siècles, elles n'ont éprouvé aucun changement appréciable, quoiqu'elles n'aient pas cessé d'être exposées à l'atmosphère et à toutes les intempéries. Il ne faut donc pas exagérer la facilité avec laquelle les roches silicatées se décomposent pour passer à l'état d'argile, surtout lorsqu'elles ne sont soumises qu'à l'influence des agents extérieurs.

---

(1) Un granite de composition moyenne renferme de 5 à 6 pour 100 de potasse.

(2) Parmi les roches qui renferment la potasse, il ne faut pas oublier la glauconie. Loin d'être répartie dans toute la série des terrains stratifiés, comme les substances dont il vient d'être question, elle est cependant abondante dans certains étages géologiques. La forte proportion de potasse qu'elle renferme habituellement lui donne un intérêt particulier. Aussi l'exploitation de cette substance comme amendement agricole, dont l'exemple a été donné depuis longtemps aux États-Unis, dans l'État de New-Jersey, et plus tard en Westphalie, se propagera sans doute dans bien d'autres pays.

II. — Apports des parties internes.

Quelque abondants que soient les matériaux enlevés à l'écorce granitique par trituration ou par décomposition, ils ne constituent pas la totalité de ces séries puissantes de couches qui enveloppent le globe sur une partie très-considérable de son étendue.

Intervention des actions internes dans la formation des terrains stratifiés, prouvée par les roches éruptives qui leur sont subordonnées, ainsi que par les couches dites métallifères, et par celles qui contiennent du baryum et du strontium. — Les déjections des volcans, qui sont pour la plupart sur le littoral des continents ou dans des îles, arrivent, pour une part considérable, dans la mer, soit en y tombant directement, soit après y avoir été entraînées par les eaux courantes. D'ailleurs, il n'est guère possible de douter que l'activité volcanique ne s'étende dans le sein de l'Océan, où elle ne se manifeste peut-être pas avec moins d'intensité que sur la terre-ferme. La nature même des produits des volcans, aussi bien que leur voisinage si habituel des côtes, paraît, en effet, montrer qu'un lien de parenté les unit à la mer. Les éruptions sous-marines, qui ne se trahissent à nos regards qu'accidentellement, lorsqu'elles atteignent la surface, se versent alors complétement dans le milieu liquide où elles aboutissent. Dans l'un et l'autre cas, il est certain que la mer reçoit chaque jour, par de nombreux volcans, des matières pierreuses silicatées, telles que les laves, les lapillis, les cendres, ainsi qu'un contingent considérable de substances salines, chlorures, sulfates et autres.

Même en dehors du domaine des volcans proprement dits, des failles, telles que celles qui sillonnent, en si grand nombre, l'écorce terrestre, suffisent pour établir des communications entre les parties internes du globe et la surface. Non plus que les volcans, les exhalaisons et les sources qui sortent des failles avec leur cortége de substances minérales ne paraissent pas restreintes aux parties émergées.

Ainsi, à part les substances qui lui sont apportées de la surface, notamment par les fleuves, le bassin de l'Océan sert chaque jour de réceptacle à d'autres, provenant de l'intérieur et concourant également à la formation des dépôts qui s'y opèrent.

La chaleur, dont ces dernières sont, en général, douées, peut donner un caractère particulier aux actions chimiques produites sous leur influence. Les êtres organisés eux-mêmes, dans le voisinage de ces émanations, doivent souvent en subir une action physiologique ; le milieu qu'ils habitent en est modifié, non-seulement dans sa composition, mais aussi dans sa température, qui tantôt est plus favorable à leur constitution et à leur développement, tantôt, au contraire, devient trop élevée pour leur existence.

De même dans les anciennes périodes, pendant que les terrains stratifiés se déposaient, il s'est produit des faits analogues à ceux que je viens de rappeler. L'observation le démontre directement, et peut-être même plus clairement que lorsqu'il s'agit des dépôts actuels du fond de la mer, jusqu'où notre regard ne peut pénétrer aussi facilement que lorsqu'il s'agit de sédiments émergés et placés sous nos yeux.

D'abord, parmi les couches d'origine essentiellement aqueuse, on rencontre çà et là des roches éruptives, massives ou fragmentaires, qui constituent des nappes parallèles aux premières et alternent avec elles; quelquefois ces roches éruptives sont à l'état massif, le plus souvent à l'état fragmentaire ou de conglomérat.

Dans toutes les périodes et dans les contrées les plus diverses, nous trouvons des exemples de cette association, qui a autrefois servi d'argument principal aux neptuniens, dans les discussions longues et animées qu'ils soutenaient contre les plutonistes. Elle s'expliqua simplement, lorsqu'on eut découvert, çà et là, des cheminées d'ascension, attestées par des filons et des dykes: on vit, alors, qu'au lieu de s'opérer sur des parties continentales, ces sorties de roches s'étaient souvent faites dans des nappes d'eau, où elles s'étaient étalées et stratifiées à la manière des matériaux de la surface. Ces épanchements se sont quelquefois produits dans des lacs, comme le montrent si bien les nappes de basalte et de trachyte subordonnées aux couches tertiaires de la France centrale. Souvent aussi la mer a été le théâtre d'éruptions semblables, auxquelles le Vicentin, depuis que Brongniart en a fait connaître la structure géologique, peut servir de type. A en juger par le grand développement de conglomérats de porphyre feldspathique qui sont subordonnés à certaines couches du terrain triasique et du terrain permien, dans de nombreuses régions du globe, la mer de ces périodes a reçu de grandes éruptions de

cette dernière roche (1). C'est par suite de circonstances semblables que, dans plusieurs pays, les couches inférieures du terrain carbonifère ont été entièrement formées de débris de porphyre. En s'agglomérant solidement, ces débris ont reconstitué des masses qui ressemblent aux porphyres vierges, et sur le mode de formation desquelles il serait facile de se méprendre, si l'on n'y trouvait des débris de plantes, et parfois même de petits lits d'anthracite : les Vosges méridionales aux environs de Thann, le Roannais, les bords de la Basse-Loire, offrent des exemples remarquables de ces porphyres, en quelque sorte régénérés. Dès la période silurienne, on trouve des éruptions de ce genre, par exemple en Bohême et au lac Supérieur. Quelque anciennes que soient ces éruptions siluriennes, elles sont souvent signalées par des couches pulvérulentes, comparables aux cendres des volcans actuels et alternant avec des couches fossilifères, comme l'indiquent très-bien les belles coupes du pays de Galles dont on est redevable au *Geological Survey*.

Si les roches éruptives intercalées dans les terrains stratifiés proviennent de parties inférieures à l'écorce granitique, comme il est particulièrement probable pour les roches basiques, elles nous présentent des exemples frappants de contingents fournis à la constitution des terrains stratifiés par ces régions intérieures.

Mais les masses silicatées ne sont pas le seul tribut que les régions profondes aient apporté à la mer et aux terrains stratifiés. Des exhalaisons gazeuses et salines ont quelquefois accompagné ces anciennes roches éruptives, comme elles accompagnent celles de l'époque actuelle. Souvent aussi ces exhalaisons sont parvenues isolément à la surface par des failles, à l'instar de ce qui se passe aujourd'hui.

Les émanations de cette seconde catégorie méritent tout particulièrement l'attention, parce que leurs caractères fugitifs ne peuvent toujours les faire reconnaître avec autant de facilité et de certitude que les roches éruptives proprement dites. Elles n'étaient pas dans les mêmes conditions de stabilité que ces dernières ; ainsi, des combinaisons sulfurées, carbonatées et autres, en arrivant dans un milieu liquide, ont dû très-souvent

(1) Les trapps interstratifiés dans le trias de New-Jersey, ainsi que ceux de l'Afrique méridionale, dans la province de Natal, peuvent également être rappelés ici.

se décomposer, de manière à produire des combinaisons nouvelles, pour la plupart insolubles. Pour découvrir plus sûrement les traces de ces apports, il convient donc de ne pas considérer seulement les roches *toutes formées*, telles qu'elles se présentent aujourd'hui à notre observation, mais de remonter aux *corps simples* qui entrent dans leur constitution. Le soufre de la pyrite peut avoir la même provenance que celui des sulfates, et le carbone des carbonates que celui de la houille.

Rien ne prouve plus clairement l'intervention d'émanations souterraines et distinctes des roches éruptives, que les couches des métaux, autres que le fer, qui se rencontrent à divers étages. Le schiste bitumineux et cuivreux du Mansfeld, avec ses nombreux poissons imprégnés de minerai, qui, malgré sa faible épaisseur, se montre avec les mêmes allures sur des points très-distincts, offre un exemple classique de ces gîtes métallifères stratifiés et contemporains des couches auxquelles il sont subordonnés. Il en est de même des grès du pays de Perm, en Russie, avec leurs troncs d'arbres, eux-mêmes métallisés; de ceux de la Bolivie, dont provient le minerai connu dans le commerce sous le nom de Corocoro; des grès des environs de Commern, en Prusse, où la galène est disséminée en innombrables nodules, comparables, pour la régularité et la grosseur, à du plomb de chasse.

Par la nature et le mode de combinaison des substances qui y ont été introduites, ces couches, et un grand nombre d'autres analogues, rappellent tout à fait les filons métallifères. Depuis qu'il est démontré que les filons métallifères ont été remplis de bas en haut par des émanations souterraines, on est en droit de tirer la même conclusion pour ces couches, que leur constitution minéralogique rapproche si étroitement des filons proprement dits. On s'explique facilement le mode de liaison qui existe entre ces deux sortes de gîtes, malgré leur différence de disposition. Au lieu d'incruster des fissures ouvertes dans des masses préexistantes, comme dans le cas des filons, les émanations souterraines ont été apportées jusque dans les couches, pendant leur formation même, c'est-à-dire dans la nappe d'eau où elles se déposaient, et elles s'y sont extravasées. Aussi, dans ce second cas, les minerais auxquels ces émanations donnaient naissance se sont souvent étendus en couches régulières, aussi bien que les dépôts de nature superficielle, avec lesquels on les confondrait né-

cessairement, si leur nature chimique ne servait parfois à les en distinguer.

Il faut donc s'attendre aussi à trouver dans les terrains stratifiés des matières non métalliques, telles que celles qui forment les gangues des filons et qui participent à la provenance des minerais métalliques proprement dits.

Tels sont le baryum et le strontium. De même que dans les filons, ces deux corps se présentent dans les terrains stratifiés, ordinairement à l'état de sulfate, c'est-à-dire de barytine et de célestine, plus rarement à l'état de carbonate (whitérite et strontianite).

Des couches barytifères se rencontrent dans les étages les plus variés : dans le terrain silurien, comme au Canada; dans le terrain permien, comme aux environs de Bristol et dans les Vosges; dans le trias, par exemple à Soultz-les-Bains, en Alsace, où des tiges de plantes du grès bigarré sont moulées en barytine. Le terrain jurassique renferme fréquemment la barytine, non-seulement en mouches, mais aussi incrustant des fossiles, comme aux environs d'Alençon, de Nancy et de Nontron (Dordogne), à Whitby en Angleterre, et en Franconie. On en rencontre aussi dans le terrain crétacé, par exemple dans les marnes aptiennes de la Drôme. Parmi les localités où la barytine s'est déposée dans les terrains tertiaires, on peut citer les argiles *sgaliose* des environs de Bologne, où elle est accompagnée de célestine, de gypse, de pyrite et de soufre, le grès des environs de Kreuznach, où elle remplace les plantes, et les couches de Sheppy en Angleterre.

Quant à la strontiane, elle accompagne la baryte dans plusieurs des gisements qui viennent d'être indiqués, notamment au Canada et aux États-Unis, dans le calcaire silurien du Niagara, où elle est associée à des minerais métalliques; elle se montre aussi, par exemple, dans le terrain permien du Volga; dans le trias à différents niveaux, en Lorraine, en Thuringe, dans le Tyrol, à Saint-Cassian, où elle remplace des fossiles; dans le terrain jurassique (Lorraine, Aarau en Suisse, Hanovre); dans le terrain crétacé, comme à Vassy (Haute-Marne), où elle appartient à plusieurs étages. Dans le terrain tertiaire des environs de Paris, on la rencontre à différents niveaux, depuis l'argile plastique jusqu'aux marnes du gypse. Des couches tertiaires en contiennent également en Sicile, en Espagne (Conilla), à Wieliczka, à Radoboy, en Croatie et en Égypte; dans plusieurs de ces pays elle est associée à du soufre natif.

Le strontium, dont la présence n'a guère été signalée dans les roches granitiques, se rencontre, au contraire, en quantités assez considérables dans les régions profondes, à en juger par les roches silicatées basiques d'origine éruptive. Ces dernières en contiennent souvent à l'état de sulfate, comme dans le Vicentin, ou à l'état de carbonate, surtout en mélange avec l'aragonite qui en tapisse si fréquemment les géodes et paraît avoir été formée à leurs dépens.

Pour le baryum, M. Alexandre Mitscherlich a découvert ce fait intéressant, qui avait échappé antérieurement aux auteurs d'analyses, qu'il se trouve en quantité notable dans certains feldspaths; ceux dans lesquels l'existence du baryum a été signalée appartiennent principalement à des roches éruptives. C'est de ces masses intérieures que les deux corps dont il s'agit paraissent avoir été amenés vers la surface, dans les roches stratifiées aussi bien que dans les filons, à la manière des métaux proprement dits. D'ailleurs, les sources thermales, comme celles de Carlsbad, en Bohême, et de Lamalou, dans le département de l'Hérault, déposent encore actuellement de la barytine à l'état cristallisé.

Abondance, dans les terrains stratifiés, du calcium, du magnésium, du fer, du phosphore et du carbone. — Ce que nous venons de dire pour des corps clair-semés dans les terrains stratifiés s'applique aussi à d'autres qui y sont incomparablement plus abondants. Ceux-ci, notamment le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore, le soufre et le carbone, n'ont probablement pu, à beaucoup près, être fournis en totalité par l'assise cristallisée, bien qu'ils en fassent partie constituante. Mais, à raison même de cette dernière circonstance, ils ne contrastent pas aussi nettement avec l'assise fondamentale que les minerais métalliques, et la distinction devient ici plus délicate à saisir que pour les cas qui précèdent.

L'origine animale des calcaires, que Buffon avait annoncée, s'est confirmée pour beaucoup d'entre eux, tandis que, d'autre part, on reconnaissait que les combustibles charbonneux résultent de la transformation de végétaux. Mais, après qu'on a constaté que ces corps, le carbone, le calcium et le phosphore, ont, dans bien des cas, préalablement servi à des organismes et passé par la vie, la question de leur origine n'est aucunement résolue. Car, pour que les végétaux et les animaux se soient assimilé ces substances, il faut, avant tout, qu'ils les aient trouvées à leur portée. La prodigieuse abon-

dance de leurs vestiges ne modifie donc aucunement le problème relatif à la provenance des corps qui les constituent; mais elle le rend d'autant plus digne d'intérêt.

Des considérations de plusieurs natures concordent pour amener à la conclusion générale qui vient d'être formulée.

Quoiqu'il soit impossible de se représenter, même grossièrement, ce que l'ensemble des terrains stratifiés peut renfermer des corps dont il s'agit, ce que l'on en connaît suffit pour faire ressortir avec quelle abondance ils s'y trouvent par rapport à ce que nous en voyons dans l'assise cristallisée.

D'abord pour le calcium, son oxyde, ou la chaux, s'y rencontre quelquefois à l'état de silicate, en mélange avec les argiles. Il y est fréquent à l'état de sulfate et surtout comme sulfate hydraté ou gypse; mais c'est principalement le carbonate ou calcaire qui y abonde.

Il serait trop long de rappeler les épaisseurs considérables sur lesquelles l'étude précise de beaucoup de contrées a fait reconnaître le calcaire dans la série des terrains, à partir du terrain silurien. Si l'on se borne à considérer le grand développement de cette roche dans le terrain jurassique et dans le terrain crétacé, qui occupent une si large place en Europe et dans d'autres parties du globe, on se convaincra du rôle considérable du calcium dans le revêtement stratifié.

Le magnésium accompagne, en général, le calcium, avec lequel il a tant d'analogie; sans être aussi abondant, il est très-répandu. Parmi les roches appartenant aux terrains stratifiés qui renferment ce corps, il convient de citer, pour mémoire, les argiles et les phyllades, où il est en petite proportion, ainsi que le calcium. Il existe aussi à l'état de silicate hydraté, analogue à l'écume de mer, par exemple dans certaines marnes feuilletées du bassin de Paris. Il est beaucoup plus abondant comme carbonate, et c'est ainsi qu'il se trouve, en proportion notable, dans beaucoup de calcaires. La principale roche magnésienne, la dolomie, renferme 13 pour 100 de magnésium. Le carbonate de magnésie, ou giobertite, qui en contient davantage, est comparativement rare, bien que, depuis quelques années, on en ait découvert des couches dans divers pays.

Comme gisements de dolomie, je rappellerai ceux du terrain silurien, notamment aux États-Unis; ceux du terrain dévonien, par exemple dans l'Eifel et le Nassau; ceux du terrain carbonifère, en Belgique, dans l'ouest de la France, en Angleterre,

en Irlande et en Russie. Les terrains permien et triasique en renferment abondamment : c'est à ce dernier qu'appartiennent les masses puissantes de la vallée de Fassa en Tyrol, de Lugano, et de Raibl en Carinthie. Le terrain jurassique en contient des épaisseurs considérables, depuis le lias jusque dans sa partie supérieure, par exemple dans le sud de la France, dans les départements des Alpes-Maritimes et du Var, ainsi que dans ceux de la Vienne et de la Charente. Enfin les terrains crétacé et tertiaire ne sont pas dépourvus de dolomie.

De tous les métaux usuels, le fer est, sans comparaison, le plus fréquent. A part les étages variés où le fer s'est concentré en quantités exploitables, ce métal se rencontre, pour ainsi dire, dans toutes les roches stratifiées, aussi bien que dans les roches cristallines. Les teintes jaunes dues à l'oxyde hydraté sont si répandues qu'on les remarque à peine. Sans être aussi fréquente, la coloration rouge, due à un mélange d'oligiste, s'étend à des groupes entiers de couches appartenant aux terrains dévonien, permien et triasique, qui sont partiellement teints ainsi sur des centaines de mètres d'épaisseur; souvent cette teinte rouge est si intense qu'elle se manifeste même à travers la terre végétale. Ce métal existe aussi à l'état de carbonate, à celui de silicate, comme dans la glauconie, et comme bisulfure ou pyrite.

Le fer ainsi engagé dans les roches à divers états de combinaison ne s'y trouve ordinairement que dans une proportion assez faible; mais, comme il s'agit de milliers de mètres de puissance, ce qui est ainsi comme noyé dans les masses pierreuses représente une quantité non moins considérable que ce qui est isolé comme minerai proprement dit.

C'est à l'état de phosphate que le phosphore se rencontre dans les terrains statifiés.

Dans certains cas, la chaux phosphatée, malgré l'insignifiance de ses caractères minéralogiques, se révèle immédiatement par la forme caractéristique, d'origine animale, qu'elle a conservée, celle d'ossements, de dents, d'excréments ou coprolithes, ou de carapaces de crustacés. Parfois, ces débris se sont accumulés avec une abondance qui surprend, comme dans la couche dite *bone-bed* (couche à ossements), ou comme dans le *crag*.

Mais, le plus souvent, la forme organisée ne se manifeste pas ou n'est plus observable, soit que la chaux phosphatée se cache en se mélangeant intimement à certaines roches, telles que les

calcaires et les marnes, soit qu'elle ait été isolée sous forme de rognons, soit enfin qu'elle ait été amenée à l'état de galets, comme il vient d'en être reconnus dans le Lot.

Parmi les étages des terrains stratifiés, on sait qu'il en est qui sont privilégiés par la présence de phosphates. Tel est le terrain crétacé, et particulièrement le groupe de couches désigné sous le nom de *gault*. Quoique exploités seulement dans un petit nombre de départements, les rognons de phosphates appartenant à cet étage sont connus sur une étendue considérable de la France orientale, depuis le Pas-de-Calais jusque dans l'Isère, la Drôme, la Savoie, les Alpes-Maritimes et le Var, et se poursuivent dans d'autres pays, notamment en Angleterre et en Bavière. On a également constaté des phosphates en abondance dans le terrain crétacé d'autres régions de l'Europe, dans le nord de l'Allemagne, en Bohême, en Russie, en Espagne et en Portugal (1).

Comme couches d'une autre époque, je citerai celles du terrain houiller du bassin de la Ruhr, où la phosphorite a été reconnue assez abondamment pour être exploitée : elle y est mélangée à une substance charbonneuse, à de la pyrite et à du fer carbonaté, et occupe exactement, au milieu d'argiles noires, la même position que ce dernier minéral.

Certaines couches de minerai de fer constituent un gisement de phosphore assez abondant pour mériter d'être également mentionnées. Ainsi la couche oolithique située à la partie supérieure du lias et si développée dans le nord-est de la France et dans le grand-duché de Luxembourg, renferme habituellement de l'acide phosphorique, dont on ne peut guère évaluer la proportion à moins de 0,006, soit 0,003 de phosphore. La couche du nord de l'Angleterre, dite de Cleveland, située au même niveau et qui est devenue si importante pour ce pays, recèle, de même que les couches exploitées dans le terrain houiller, des dépôts très-considérables de phosphore. D'après les teneurs moyennes et les chiffres d'extraction, on peut calculer que ce qui est fondu chaque année dans les hauts-fourneaux de France, de Belgique et d'Angleterre, représente sans doute

(1) Élie de Beaumont, Études sur l'utilité agricole et les gisements géologiques du phosphore. *Mémoires de la Société impériale et centrale d'agriculture*, 1856. — Daubrée, Notice sur la découverte et la mise en exploitation du phosphore. *Même recueil*, 1866, et *Annales des Mines*, 6e série, t. XIII, p. 67.

au delà de 30,000 tonnes de phosphore, sans compter le contingent provenant du combustible. C'est donc une valeur agricole très-considérable; après avoir été extraite du sol, cette énorme quantité de phosphore passe, en très-grande partie, dans la fonte, à laquelle elle est nuisible, et continue à se soustraire au règne végétal, auquel elle pourrait, si l'extraction en était possible, apporter un puissant auxiliaire (1).

Le soufre se présente quelquefois isolé ou natif, comme dans les dépôts de la Sicile, si importants pour l'industrie, et dans d'autres de moindre richesse.

Toutefois cet état n'est pas, à beaucoup près, le plus fréquent. En général le soufre se dissimule, soit dans le sulfate de chaux hydraté ou anhydre (gypse ou anhydrite), soit dans le bisulfure de fer ou pyrite.

Il est des étages où le gypse abonde en couches, en amas lenticulaires; comme tels, on peut citer les terrains tertiaires de divers pays (par exemple, celui du bassin de Paris, celui d'Aix en Provence et de Volterra en Toscane), les terrains triasique et permien d'une partie de l'Europe, etc. L'anhydrite se rencontre dans les mêmes conditions que le gypse, et quelquefois associée avec lui.

Quant à la pyrite, elle ne se présente que rarement à l'état massif dans les terrains stratifiés, et, dans ce cas, ses gîtes se rattachent aux amas filoniens. Mais elle est extrêmement répandue à l'état de dissémination dans des roches variées, tantôt en rognons ou en cristaux, tantôt en particules si fines qu'elles sont indiscernables à l'œil nu. Bien des argiles, des marnes (2), des calcaires (3), des dolomies (4), des ardoises, contiennent ainsi de la pyrite, surtout quand ces roches sont

---

(1) On peut calculer aussi que la quantité de phosphore contenue dans la population humaine entière ne dépasse pas ce qui passe en peu d'années dans les hauts fourneaux.

(2) Les marnes du lias, de l'étage oxfordien et d'autres étages du terrain jurassique, renferment souvent 1 à 2 p. 100 de pyrite, dans les Ardennes par exemple, ainsi que l'ont montré MM. Nivoit et Létrange.

(3) Par exemple, dans le marbre dit petit granite et autres calcaires carbonifères. La couleur bleue de certains calcaires résulte, comme l'a montré Ebelmen, de la présence du bisulfure de fer, qui s'y trouve à un état d'extrême division.

(4) Ainsi les dolomies du terrain silurien supérieur de la Livonie et de l'Esthonie, d'après huit analyses, renferment 1,9 à 3,08 p. 100 de pyrite, ordinairement très-fine.

mélangées de substances charbonneuses, comme si ces dernières avaient servi à fixer le soufre à l'état insoluble. La pyrite est particulièrement fréquente dans la houille, dont la combustion est ordinairement accompagnée de l'odeur caractéristique de l'acide sulfureux, et qui contient souvent 1 pour 100 de soufre. Quelquefois le lignite, à raison de l'abondance de ce mélange, est exploité pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun, comme dans l'Aisne, à Bouxwiller en Alsace, aux environs de Bonn, en Bohême et ailleurs. Les sables du grès vert en renferment aussi assez abondamment pour que, dans le Pas-de-Calais, à Vissant, on ait cherché autrefois à en tirer parti (1). On sait enfin que les minerais de fer les plus répandus, ceux qui sont en couches comme ceux qui forment des filons, renferment également du soufre, qui peut devenir un obstacle à leur emploi. En résumé, à raison de cette dissémination fréquente dans des roches diverses appartenant aux terrains stratifiés, la pyrite y représente une quantité considérable de soufre.

On sait avec quelle abondance le carbone se trouve dans l'écorce solide du globe, et surtout dans les roches stratifiées : l'histoire de ce carbone aujourd'hui pétrifié paraît se rattacher intimement à celle de la vie végétale et animale dans la série des âges.

Rarement à l'état de liberté, comme dans le graphite ou le diamant, il est presque toujours combiné, de même que le soufre ; ses combinaisons peuvent se ranger sous deux groupes ; dans les unes, telles que la houille et les bitumes, il est associé à de l'hydrogène, à de l'oxygène, et, généralement, à de l'azote; les autres, comme le calcaire, le contiennent à l'état de carbonate.

Les combustibles minéraux, anthracite, houille et lignite, enfouis dans les terrains stratifiés, ont fixé une énorme quantité de carbone. On peut en juger par les évaluations grossièrement approximatives dont un certain nombre de bassins houillers, renfermant des couches de houille nombreuses et puissantes, ont été l'objet. Ainsi, on a calculé que le seul bassin de Saarbrück équivaut, pour le carbone, au $\frac{1}{44}$ de ce que contient toute l'atmosphère (2). En bien des pays, on voit les terrains

(1) *Annales des Mines*, 1re série, t. IV, p. 623, 1819.
(2) D'après les évaluations de M. de Dechen.

houillers se prolonger et disparaître sous des terrains plus récents; dans d'autres cas, sans doute, ces derniers nous en cachent complétement l'existence; les indications que fournissent les bassins houillers connus sont donc un minimum qui peut être beaucoup dépassé.

D'ailleurs, des dépôts de combustibles aussi très-utiles se trouvent dans des terrains moins anciens : tel est le lignite, si abondant dans les terrains tertiaires de diverses parties de l'Europe.

Ce que l'on comprend ordinairement sous le nom de bitumes représente un autre groupe de combinaisons carburées, dont la nature varie depuis le pétrole jusqu'à l'asphalte. Les gisements des États-Unis et du Canada, où le bitume était à peine connu il y a peu d'années encore, en 1858, en ont tout-à-coup révélé, comme on le sait, des quantités très-considérables.

Mais, sans être isolées en couches distinctes, des substances charbonneuses comparables aux combustibles minéraux et aux bitumes sont très-fréquemment mélangées aux roches.

Comme roches argileuses tout particulièrement chargées de matières charbonneuses, on peut citer celles qu'on exploite pour la fabrication des huiles dites minérales, et qu'on a appelées *schistes bitumineux*. Ce nom est, en général, inexact; car le bitume, n'y est pas du tout formé : la matière charbonneuse dont ces schistes sont imprégnés, soumise à l'action de la chaleur, produit par sa décomposition des huiles, à peu près comme le bois et la houille engendrent du goudron qui n'y préexistait pas. Aussi a-t-on proposé de leur donner, de préférence, le nom de pyroschistes, de schistes à kerogène, de naphtoschistes, c'est-à-dire schistes produisant des matières analogues au bitume.

Les terrains paléozoïques renferment souvent de ces schistes : les couches qui sont exploitées dans le département de Saône-et-Loire, aux environs d'Autun, aussi bien que les couches analogues de l'Allier, en offrent des exemples, dont on trouve des analogues dans d'autres parties de la France, de l'Europe et du globe. La roche connue en Écosse sous le nom de *boghead* offre un type très-riche en carbone. Tels sont encore les schistes combustibles désignés en Russie sous le nom de *domanik*, et ceux qui sont très-développés dans les terrains siluriens de l'Amérique du Nord. On en connaît également au Brésil, dans la province de Bahia. La Nouvelle-Galles du Sud,

si riche en houille, renferme, dans les couches supérieures au combustible, des naphtoschistes que leur aspect et leur qualité rapprochent du boghead d'Écosse et qui s'y trouvent en quantités très-considérables.

Dans des terrains moins anciens, il existe aussi des roches également très-chargées de substances charbonneuses. Telles sont, par exemple, les marnes situées dans le terrain jurassique, à la partie supérieure de l'étage du lias, et désignées sous le nom de marnes à posidonies. Bien que les tentatives que l'on a faites pour en extraire les huiles par la distillation n'aient généralement pas réussi, ces marnes sont souvent assez chargées de matières charbonneuses pour que, jetées sur un foyer, elles brûlent avec flamme. Les marnes dites bitumineuses de cet étage se retrouvent sur diverses parties de la France, en Belgique, en Wurtemberg, en Angleterre et ailleurs. C'est aussi au lias qu'appartiennent les schistes de Steyerdorf, en Autriche, situés dans le voisinage des couches de houille du même étage, que l'on utilise pour la fabrication d'huiles et de parafine. Des roches analogues se trouvent jusque dans les terrains tertiaires, auxquels appartiennent, par exemple, celles que l'on a exploitées dans l'Ardèche, à Vagnas, et celles qui accompagnent le lignite dans le Véronais et le Vicentin et qu'on désigne sous le nom de *liberone*.

Les schistes noirs à graptolithes, très-développés dans le terrain silurien de diverses contrées, où ils servent de craie noire, sont aussi à signaler ici. Beaucoup d'autres roches, sans être aussi chargées de matières charbonneuses, en renferment des proportions très-appréciables. Ainsi les ardoises et d'autres phyllades de teinte grise renferment souvent au-delà de 0,005 de leur poids de carbone (1). A part les schistes du terrain houiller, on pourrait encore citer bien d'autres roches, telles que les silex les plus répandus. Quelque faible que soit la proportion de carbone qu'elles contiennent, ces diverses roches et bien d'autres qu'il serait trop long de rappeler ici représentent, à raison de leur abondance, une quantité très-considérable de ce corps.

---

(1) Une série d'analyses a donné des chiffres compris entre 0.0057 et 0.0078 de carbone. Le schiste graphiteux d'Elbingerode, au Hartz, en renferme 0.008.

Une couche de houille qui aurait seulement 1,3 millimètre d'épaisseur, et une couche de lignite ayant 1,6 millimètre et qui envelopperait la surface du globe, renfermeraient, l'une et l'autre, autant de carbone que l'atmosphère. Il n'est donc pas nécessaire de pousser plus avant des supputations, nécessairement très-incomplètes, pour voir que l'atmosphère doit le céder énormément, pour la quantité de carbone, aux combinaisons charbonneuses mélangées aux roches stratifiées.

Sans attirer autant l'attention, les combinaisons carbonatées recèlent le carbone en quantité bien plus considérable encore que les combinaisons charbonneuses ; car le carbone forme, en poids, 12,1 pour 100 du carbonate de chaux et 12,8 pour 100 de la dolomie, soit 312 kilogrammes par mètre cube de calcaire pur. Toute la quantité de carbone de l'atmosphère actuelle n'équivaut donc qu'à celle d'une couche de calcaire ayant même base et 5 millimètres d'épaisseur. Or, sans compter la sidérose, c'est sur des milliers de mètres d'épaisseur et sur de vastes étendues que l'on peut suivre les couches de calcaire et de dolomie dans la série des terrains stratifiés.

Le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore, le soufre et le carbone des terrains stratifiés ne peuvent provenir, en totalité, ni de l'écorce granitique, ni de la mer. — Quand on se représente l'abondance, dans les terrains stratifiés, du calcaire, de la dolomie, du gypse, des oxydes et du carbonate de fer, de la pyrite, des phosphates et des combustibles charbonneux, on arrive tout naturellement à se demander d'où dérivent les substances qui constituent ces roches, notamment le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore, le soufre et le carbone.

Tout d'abord il est logique de rechercher la provenance de ces corps dans les parties externes du globe avec lesquelles la mer s'est trouvée directement en rapport, c'est-à-dire dans l'assise granitique et dans la mer.

Malgré leur uniformité d'aspect dans toutes les régions du globe, les roches granitiques sont loin de présenter la même composition élémentaire. Les écarts correspondent, non-seulement aux diverses proportions relatives de feldspath orthose, d'oligoclase, de mica et de quartz qu'elles contiennent, mais aussi à des variations dans la composition des trois premières espèces minérales. Il est donc difficile de se représen-

ter ce que l'on peut admettre pour la composition moyenne de l'écorce granitique (1).

La chaux que renferment les roches granitiques s'y trouve combinée dans l'oligoclase qu'elles contiennent fréquemment, et quelquefois aussi dans leur feldspath orthose et dans leur mica. Mais la quantité en est très-faible : la constitution moyenne n'indique, en effet, que 1,5 pour 100 de chaux, soit 1,07 de calcium.

Quoi qu'il en soit, dans la décomposition que l'écorce granitique a subie et qu'atteste la formation des argiles produites à ses dépens, de la chaux a dû être mise graduellement en circulation et apportée à la mer. En partant de la donnée que

(1) D'après les analyses très-nombreuses que l'on possède du granite, on adoptera ici, pour fixer les idées, les chiffres suivants :

Silice	72.3
Alumine	15.3
Potasse	5.5
Soude	2.2
Chaux	1.5
Magnésie	0.9
Protoxyde de fer	1.0
Oxyde de manganèse	0.2
Fluor	0.1
Eau et divers	1.0
	100.0

En passant à la composition élémentaire de cette roche, on a :

	SUR 100	POUR 1 m.c. AYANT UNE DENSITÉ DE 2.67
	—	— kilogr.
Oxygène	41.02	1095.4
Fluor	0.10	2.6
Silicium	41.00	1094.9
Aluminium	8.15	217.6
Potassium	4.56	121.8
Sodium	1.63	43.5
Calcium	1.07	28.6
Magnésium	0.54	14.4
Fer	0.78	20.8
Manganèse	0.13	3.5
Divers	1.00	26.7
	99.98	2669.8

ous admettons ici, pour fournir une couche de calcaire d'un mètre d'épaisseur, il ne faudrait pas moins que la démolition, ur une superficie égale, d'une masse de granite de 37 mètres 'épaisseur. Or, le calcaire se montrant, dans beaucoup de ays, avec des puissances de centaines et de milliers de nètres, on voit à quelles énormes démolitions cela conduiait pour l'assise cristallisée. Mais, lors même que l'on admetrait de tels décapements, il se présenterait d'autres difficultés, articulièrement en ce qui concerne l'origine de l'acide arbonique qui est combiné à la chaux.

Les amas de calcaire cristallin, qui sont parfois subordonnés u gneiss, y sont généralement trop rares et trop peu volumineux pour qu'ils paraissent pouvoir figurer ici pour une part considérable. Il en est de même des schistes amphiboliques et autres roches calcarifères qui font partie des terrains cristallisés.

Le phosphore donne lieu à un contraste encore plus concluant. Les roches granitiques en contiennent quelquefois à l'état d'apatite, ainsi que d'autres combinaisons phosphatées, comme à Chantelonbe, près Limoges, aux environs de Nantes et de Vannes, à Bodenmais, en Bavière, et dans d'autres contrées. On a signalé la présence du phosphore dans le feldspath lui-même, ainsi que dans la tourmaline, qui est fréquemment disséminée dans le granite. Toutefois, de même que pour le calcium, l'abondance du phosphore dans les terrains stratifiés et surtout son accumulation dans certains étages ne sont pas justifiées par la quantité que ces terrains ont pu tirer de l'assise cristallisée.

Quant au soufre et au carbone, ils ne font pas partie essentielle du granite et ne s'y rencontrent que dans des minéraux accidentels, tels que la pyrite et certains carbonates.

D'un autre côté, ce que la mer actuelle renferme de ces divers corps ne forme aussi qu'une bien faible quantité par rapport à ce qu'en contiennent les terrains stratifiés.

La composition de la mer, pour laquelle nous adopterons ici les évaluations de Forchhammer, est, comme on le sait, variable dans ses diverses régions. Cette observation s'applique particulièrement au calcium; il paraît toutefois difficile d'admettre pour ce corps une proportion moyenne dépassant beaucoup celle de 0,0004 (1). En assignant, avec de Hum-

(1) Forchhammer admet 0,00088.

boldt, à l'Océan une profondeur moyenne de 3,500 mètres, et en le supposant réparti uniformément sur toute la surface du globe, il formerait une nappe de 2,563 mètres d'épaisseur. D'après ces données, toute l'eau de la mer n'équivaudrait qu'à une couche de calcaire ayant une épaisseur de 1m04 (1).

Pour le magnésium, il y est en proportion plus considérable; à raison de 0,0012, il équivaudrait à une couche de dolomie de 9m08 d'épaisseur.

Dans cette même composition de l'eau de la mer, le soufre figure pour 94 sur 10,000 parties, soit 0,00094. Il est facile de calculer que cette quantité de soufre équivaudrait respectivement à des couches de soufre natif de 1m 22, de pyrite de 0m93, de gypse de 6m90, et d'anhydrite de 3m53.

Enfin, le phosphore est en si faible proportion dans la mer qu'il ne figure pas, en général, dans les résultats d'analyse quantitative.

Il est vrai que la mer a pu fournir directement aux dépôts stratifiés qui sont sortis de son sein, des corps qu'elle ne contient plus et dont elle se serait dépouillée en leur faveur dans la série des périodes géologiques. A l'exemple de Werner, on a même cherché à considérer l'Océan primitif comme le réservoir de tous les corps dont l'origine est problématique, et, notamment, de la chaux, sans être arrêté par la faible quantité de ce corps que contient l'Océan actuel, par rapport à ce qu'en renferment les terrains stratifiés. Le calcium y aurait donc été contenu, originairement, à l'état de chlorure, de carbonate ou de sulfate, avant de passer par l'organisation animale ou de se précipiter. C'est un procédé d'autant plus commode pour lever toutes les difficultés, qu'on ignore et qu'on ignorera sans doute longtemps quelle pouvait être la composition de cette ancienne mer, lorsqu'elle s'est condensée ou même au commencement de la période silurienne. Sans discuter les hypothèses qui ont été faites à ce sujet (2), je me bornerai à remarquer qu'en évaluant au taux le plus modéré le calcaire qui s'est déposé dans les terrains stratifiés, on serait amené à conclure que la mer aurait renfermé des centaines de fois plus de chaux qu'elle n'en contient aujourd'hui, et que des animaux, tels que les nautiles et les lingules, dont

(1) Les épaisseurs correspondantes de gypse, d'anhydrite et de phosphorite seraient, respectivement, de 1m 263, 2m 186, 0m 965.

(2) Vézian, *Prodrome de géologie*, tome I, p. 452.

les genres ont apparu dès la période silurienne et existent encore aujourd'hui, auraient pu se plier à des conditions de salures aussi différentes De plus, une observation semblable à celle qui vient d'être faite à l'occasion du granite s'applique également ici : si l'on consentait à s'appuyer sur cette hypothèse, on ne serait pas beaucoup plus avancé pour comprendre le mode de répartition des couches calcaires dans les différents étages de la série, par exemple l'abondance de cette roche dans les groupes jurassique et crétacé, qui succèdent à d'autres beaucoup moins bien partagés.

Le phosphore pourrait être l'objet d'observations analogues et bien plus significatives.

Poursuivant le même ordre d'idées, on a été conduit à supposer que l'énorme quantité de carbone fixé dans les roches sédimentaires a fait partie de l'atmosphère primitive, déduction faite de ce que la mer tenait en dissolution, sauf à attribuer à cette atmosphère des centaines ou des milliers de fois ce qu'en renferme l'atmosphère actuelle, et à supposer que les animaux des périodes les plus anciennes se seraient accommodés d'un tel milieu. Il est à regretter que des expériences sur la manière dont les êtres organisés appartenant aux familles qui existaient alors se comportent dans des milieux ainsi constitués, n'aient pas encore été faites, de manière à guider dans ces hypothèses. A part les conséquences qu'on pourrait tirer de telles expériences, il importe de remarquer que les effets physiologiques d'une plus grande quantité d'acide carbonique dans l'atmosphère ont pu être neutralisés par une plus forte proportion d'oxygène; car bien des réactions peuvent avoir absorbé de l'oxygène pendant la série des périodes géologiques. En résumé, l'atmosphère a certainement pourri de son carbone les plantes dont l'accumulation et l'enfouissement ont produit des couches de houille ; mais ce n'est pas à dire qu'elle ait renfermé, dès l'origine et *simultanément*, la totalité du carbone qui lui a été soutirée pendant les périodes correspondant à la formation des terrains sédimentaires.

La rareté relative du calcium, du magnésium, du fer, du phosphore, du soufre et du carbone dans l'écorce granitique contraste avec l'abondance de ces mêmes corps dans les régions profondes. — Les corps appartenant aux roches stratifiées, dont nous recherchons l'origine, se trouvent aussi dans les roches éruptives, mais, en général, à d'autres états de combinaison. La plus grande différence chimique entre les roches éruptives et les

roches stratifiées consiste en ce que les premières renferment à l'état de silicate des bases, telles que la chaux, la magnésie, que les autres renferment en combinaison avec les acides carbonique et sulfurique.

De plus, il importe de remarquer que la rareté des corps dont il s'agit dans l'écorce granitique, ainsi que dans la mer et dans l'atmosphère, contraste avec leur abondance dans les régions profondes, à en juger tant par les roches éruptives que par les émanations diverses qui nous apportent des échantillons et comme des extraits de ces régions.

La proportion de chaux et de magnésie que contiennent les roches éruptives basiques est considérable. Ainsi, d'après les analyses des laves du Vésuve, provenant de trente-trois éruptions différentes, la chaux, qui varie, sur cent parties, de 7.2 à 11.5, est, en moyenne, de 9.38 (1); pour la magnésie, la moyenne, dans ces mêmes laves, est de 4.13, le maximum de 6, et le minimum de 2.2. Quant aux oxydes de fer (peroxyde et protoxyde), le chiffre moyen est de 10.94, et l'écart de 7.87 à 14.01 pour 100. Les basaltes et les dolérites présentent une richesse analogue, non-seulement en fer, mais aussi en chaux et en magnésie : le type que M. Bunsen a désigné sous le nom de roche doléritique normale contient, pour 100, 11.87 de chaux et 6.89 de magnésie. Le calcium contenu dans une couche de calcaire de 1 mètre correspond donc à celui d'une épaisseur de 4^m 338 de cette roche.

Ces mêmes roches éruptives basiques ont également une teneur relativement forte en phosphore, ainsi que l'ont constaté de nombreuses analyses chimiques (2). Souvent même les phosphates n'y sont pas disséminés d'une manière invisible : l'apatite s'en est séparée sous forme de cristaux aciculaires, bien reconnaissables malgré leur petitesse, tandis que la vivianite, sous forme d'enduit terreux, s'y décèle par sa couleur bleue.

L'écorce granitique ne renfermant que rarement des combinaisons sulfurées (3), on a supposé que la plus grande partie

(1) C. W. Fuchs. *Leonhards Jahrbuch*, 1869, p. 171.

(2) Beaucoup de laves, de dolérites et de basaltes renferment au moins 0.60 pour 100 d'acide phosphorique.

(3) Parmi les roches silicatées qui contiennent du soufre, il faut citer les roches amphiboliques, où la pyrite est fréquente, et les laves, qui renferment des silicates sulfuritères comme la Haüyne; mais ces dernières, qui sont d'origine éruptive, n'appartiennent pas à l'écorce granitique.

du soufre contenu dans les terrains stratifiés avait été fournie par la mer primitive, aussi bien que le calcium et le magnésium. L'eau de la mer actuelle, qui contient en moyenne 0,0009 de soufre, dépose du gypse par son évaporation. Dans certaines conditions, par la réduction en sulfure des sulfates qu'elle renferme, elle a pu produire de la pyrite ou même du soufre natif, tel que celui qui s'est isolé dans les anciens cimetières de Paris, au milieu de platras, et en cristaux très-nets rappelant ceux de la nature. C'est ainsi que plusieurs observateurs, dont l'un, M. Maravigna, vivait au pied de l'Etna, ont été conduits à considérer les masses de soufre de la Sicile comme empruntées à la mer et comme étant d'origine superficielle.

Cependant, chaque jour il arrive des composés du soufre par d'innombrables orifices volcaniques, et ce que nous voyons sur les continents doit nous faire penser qu'il en est de même dans le bassin des mers. Un autre mode d'arrivée nous est d'ailleurs montré par les sources sulfureuses thermales, telles que celles des Pyrénées.

Certains géologues ont pensé que tout le soufre amené par des éruptions volcaniques, à l'état d'hydrogène sulfuré, proviendrait de la décomposition des sulfates de l'eau de mer, qui se serait infiltrée dans le laboratoire volcanique, de telle sorte que ce soufre serait simplement ramené de l'intérieur vers la surface, par une sorte de circulation semblable à celle de l'eau souterraine et de l'eau des sources.

Je considère comme extrêmement probable que l'eau de la surface pénètre dans les régions profondes et contribue à l'activité volcanique. Mais cette supposition n'empêche pas de reconnaître que, par exemple, le bore, que rapportent sans cesse les soffioni de la Toscane, émane incontestablement des réservoirs profonds, et il en est probablement de même du soufre qui l'accompagne, ou de celui qui arrive dissous, comme sulfure alcalin, dans les sources thermales des Pyrénées.

D'ailleurs, cette provenance est encore inscrite plus clairement dans les innombrables filons métallifères qui sillonnent l'écorce terrestre, et dont le remplissage date de périodes géologiques très-diverses. En effet, le soufre y figure presque constamment combiné, comme sulfure simple ou multiple, aux divers métaux dont l'origine ne laisse pas de doute, souvent aussi à l'état de sulfate de baryte. Ce corps a donc été apporté des régions infrà-granitiques, aussi bien que le cuivre, le plomb

ou l'argent, dont il est le minéralisateur. Or, on voit des couches de pyrite se rattacher, par toutes sortes de degrés, aux filons de cette substance, par exemple dans le département du Gard, aux environs d'Alais, où la galène est souvent venue s'associer à la pyrite régulièrement stratifiée. La puissance de certains amas filoniens du même minéral que l'on exploite dénote d'ailleurs la richesse, en soufre, des réservoirs dont ils représentent des émanations.

De son côté, le soufre natif proteste de sa provenance profonde par son association à des substances de filons. Ce n'est pas par une coïncidence fortuite que la strontiane sulfatée l'accompagne en Sicile, avec abondance et en cristaux nettement formés : la même substance reparaît avec lui dans le petit dépôt d'Apt (Vaucluse), dans celui de Radoboy, en Croatie, avec accompagnement du quartz cristallisé, et dans bien d'autres localités. A Swoszowice, près Cracovie, c'est la baryte sulfatée qui décèle l'origine du soufre qui lui est associé.

Le soufre qui, dans son trajet vers la surface, s'est arrêté dans les incrustations des filons métallifères, ne représente qu'une partie de celui qui a été apporté autrefois des régions profondes. Une quantité considérable de cette substance a dû aussi s'épancher dans la mer, soit à l'état d'hydrogène sulfuré, soit à l'état de sulfure soluble. C'est ainsi qu'il a pu se former du sulfate de chaux, par une oxydation du soufre, dont on a aujourd'hui de nombreux exemples, tels, notamment, que sur les parois calcaires de la grotte où jaillit la source d'Aix-les-Bains, ou dans des lagonis de la Toscane (1). Cette oxydation paraît analogue, aussi, à ce qui s'est produit dans la formation des dépôts d'alunite du Mont-Dore, de la Toscane et de la Hongrie.

Ainsi, sans contester aucunement que, dès le commencement de la période silurienne, la mer ait contenu une certaine quantité de sulfates, on est conduit à reconnaître que le soufre aujourd'hui renfermé dans les terrains stratifiés, quel que soit son mode de combinaison, provient, au moins en grande partie, d'apports successifs émanant de la profondeur, tout aussi bien que le soufre des couches métallifères.

---

(1) La transformation rapide en acide sulfurique du soufre employé contre la maladie de la vigne, que M. Marès a constatée dans la terre végétale, est un exemple à rapprocher de ce qui a pu se passer autrefois.

Quoique le carbone fasse partie essentielle de la substance de tous les êtres vivants, il ne se montre qu'en quantité comparativement minime à la surface du globe. L'atmosphère, le grand réservoir qui leur fournit ce corps, directement ou par voie indirecte, en renferme seulement une quantité que l'on évalue à 0,0005, ce qui équivaudrait, par mètre carré, à 1 kil. 40.

Il paraît être en quantité plus forte dans l'eau de la mer, où il se trouve tant à l'état d'acide carbonique libre qu'à celui de carbonate de chaux (1).

D'un autre côté, personne n'ignore que ce corps, à l'état d'acide carbonique, est exhalé en abondance des foyers volcaniques, particulièrement à la fin des éruptions, ainsi que l'attestent les mofettes si connues au Vésuve et dans beaucoup d'autres pays. C'est avec raison qu'à la suite de ses mémorables expériences, faites dans le cratère même des grands volcans des Andes, M. Boussingault a appelé l'attention sur l'importance dans l'histoire du globe de cette sorte d'émanation (2). Le jaillissement de l'acide carbonique se poursuit encore dans des régions volcaniques éteintes depuis bien des siècles, comme on le voit sur le plateau central de la France. Non-seulement il arrive dans de nombreuses sources carbonatées et gazeuses, telles que celles de Saint-Allyre, de Royat, de Saint-Nectaire et de Vals, mais aussi il sort fréquemment seul et passe alors inaperçu, à moins que certaines circonstances spéciales ne forcent à le reconnaître. Par exemple, dans les mines de plomb argentifère de Pontgibaud, auxquelles est juxtaposée la coulée volcanique du volcan de Côme, l'acide carbonique arrive avec tant d'abondance qu'il rend le travail, dans certaines galeries, très-difficile et parfois même impossible, malgré l'aérage qu'on cherche à y produire. En fonçant un puits pour l'exploitation de la houille, à Vergonghon (Haute-Loire), on est arrivé à des dégagements d'acide carbonique qui se manifestaient avec d'autant plus d'intensité qu'on pénétrait plus profondément : à la profondeur de 200 mètres, ils provoquèrent une sorte d'explosion, à la suite de laquelle il fallut abandonner le

(1) Il ne faut pas omettre dans le carbone de la surface du globe celui des végétaux et des animaux qui y vivent.

(2) « Jusqu'à présent on a négligé de prendre en considération l'influence que pouvait avoir sur la composition de notre atmosphère les matières gazeuses qui sortent de l'intérieur de notre planète. » *Annales de Chimie et de Physique*, t. VII, p. 174, 1834.

percement. La région volcanique des bords du Rhin donne lieu à des dégagements non moins abondants.

Il suffit souvent de failles ou de fractures profondes du sol pour que l'acide carbonique jaillisse abondamment loin de toutes roches éruptives, comme dans le nord de l'Allemagne, aux environs de Pyrmont.

Quand on voit ce gaz sortir directement du granite, comme à Saint-Nectaire et à Carlsbad, on doit admettre qu'il ne provient pas de la décomposition de carbonates des terrains stratifiés, ni de la combustion lente des couches de combustibles charbonneux que contiennent ces mêmes terrains.

Les carbonates qui font si fréquemment partie des filons métallifères, même de ceux qui traversent les gneiss anciens, témoignent que, dans les anciennes périodes, le carbone a aussi été apporté des régions inférieures au granite.

De plus, beaucoup de roches silicatées éruptives, amphiboliques et autres, renferment des carbonates, dont la présence se reconnaît facilement à l'effervescence qu'elles produisent avec les acides. Ces carbonates se montrent aussi accumulés dans les fissures et boursouflures de beaucoup de roches amygdaloïdes. On peut remarquer que les roches de cette dernière catégorie ont généralement subi un commencement de décomposition, comme si elles avaient elles-mêmes fourni à ces sécrétions une partie de leur substance.

Parfois c'est à l'état combustible que les roches silicatées renferment le carbone, comme le granite de Broddbo, près Fahlun, en Suède, qui contient la pyrorthite avec du bitume et d'autres minéraux intéressants. La présence de l'anthracite dans les filons d'argent de Kongsberg, en Norvége, ainsi que dans divers gîtes de la Suède (1), est également un fait très-significatif.

Ce qui est entré de carbone dans les terrains stratifiés à partir de la période silurienne, ou même seulement depuis l'époque de la formation de couches où l'on trouve des animaux à respiration aérienne, est si considérable, par rapport à celui de notre atmosphère, qu'il est bien difficile de supposer que ce carbone, aux époques reculées dont il s'agit, se trouvait entièrement, soit dans l'air à l'état d'acide carbonique, soit dans la mer au même état ou à celui de carbonate.

---

(1) Mémoire sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvége. *Annales des Mines*, 4e série, t. IV, 1843, p. 224, 230 et 260.

Il répugne également d'admettre que ce corps ait pu être fourni en telle quantité par l'assise primordiale, qui, dans toutes les parties du globe, en renferme une si faible proportion. D'ailleurs, s'il en avait été ainsi, ce corps n'aurait sans doute pas été cédé aux couches anciennes avec moins d'abondance qu'aux couches plus récentes, ce qui n'a pas lieu, particulièrement en ce qui concerne le carbone fixé à l'état de carbonate.

Une partie du carbone que contient si abondamment la série des terrains stratifiés paraît donc avoir été fournie par les régions profondes du globe. De même que nous venons de le reconnaître pour le phosphore et pour d'autres corps, les exhalaisons carbonées se seraient produites pendant les diverses périodes, avec des abondances très-variables, et seraient arrivées successivement dans la mer et dans l'atmosphère (1).

D'après les données que fournissent les roches éruptives, on est amené à supposer que sous l'enveloppe granitique, qui a des milliers de mètres d'épaisseur, se trouvent des masses silicatées d'une nature différente, et en même temps plus denses, où abondent le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore : les émanations sulfurées et carbonées qui ont accompagné la sortie de ces roches apprennent de plus que le soufre et le carbone ne manquent pas dans ces réservoirs profonds.

D'un autre côté, les notions apportées par les météorites relativement à la constitution intérieure de corps célestes, qui présentent la plus grande analogie avec les parties internes du globe terrestre, confirment et complètent les conclusions auxquelles nous venons d'être conduit quant à la nature des masses infrà-granitiques.

Toutes les météorites renferment du soufre et du phosphore, à l'état de sulfure et de phosphure.

Le carbone se trouve aussi dans les météorites, non-seulement dans celles qui sont désignées sous le nom de charbonneuses, où ce corps est, pour ainsi dire, visible, et qui en renferment parfois au delà de 5 p. 0/0 (comme celle d'Orgueil, Tarn-et-Garonne), mais aussi dans les fers météoriques (holo-

(1) C'est principalement à l'état *complétement brûlé* ou d'acide carbonique que le carbone se trouve, tant à la surface que dans l'écorce du globe. Les combinaisons combustibles sont en quantité comparativement faible. Une observation semblable s'applique au soufre et à l'hydrogène sulfuré par rapport aux sulfates.

sidères). Les grandes masses récemment découvertes au Groënland, à Ovifak, sont particulièrement instructives à ce point de vue; car l'une d'elles a indiqué à l'analyse (1), sur 100 parties, 3,00 de carbone combiné, et 1,64 de carbone libre, soit 4,64 en tout. Comme la densité en est de 5,8, cette roche, dans un mètre cube, ne renferme pas moins de 271 kilogrammes de carbone. Par conséquent, une couche d'une telle roche ferreuse, ayant seulement 5 millimètres d'épaisseur, renfermerait autant de carbone que toute une colonne de l'atmosphère ayant même base. Pour une variété de fer renfermant le carbone en proportion 1,000 fois moindre, il suffirait d'une couche de 5 mètres, c'est-à-dire bien peu épaisse, pour l'équivalent dont il s'agit.

Ce que l'on voit chaque jour dans les ateliers métallurgiques, où s'élaborent la fonte et l'acier, sur la facilité avec laquelle le carbone s'associe au fer à des températures élevées, explique la présence de ce corps dans les fers natifs qui nous arrivent des espaces. On peut donc admettre que les masses de fer qui paraissent constituer les régions profondes du globe terrestre (2) ne sont pas dépourvues de carbone combiné ou libre, et qu'elles peuvent ressembler aussi, sous ce rapport, aux météorites, et particulièrement aux masses d'Ovifak; car originairement, elles ont dû se trouver en présence de carbone qui abonde également dans notre planète, ou de combinaisons carbonées.

De plus, les roches de fer d'Ovifak nous montrent encore qu'après avoir fixé du carbone dans des circonstances dont j'ai tenté de rendre compte ailleurs, les mêmes roches peuvent l'abandonner à l'état d'acide carbonique ou à celui d'oxyde de carbone, par exemple sous l'influence d'une oxydation ou sous celle d'un simple échauffement, comme il arrive pour certains produits obtenus dans des expériences de M. Stammer et de M. Gruner.

Sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans plus de détails, on comprend comment ces faits jettent de la lumière, non seulement sur les causes qui ont pu fixer du carbone dans les profondeurs de notre globe, mais aussi sur certains procédés par lesquels il peut s'en exhaler.

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI, p. 1541.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 414, 1866.

Comment ont pu se produire les transports vers la surface, dont il vient d'être question. — Il y a lieu, maintenant, de se demander comment les masses infrà-granitiques ont pu envoyer à la surface un tel contingent de substances, puisque, déjà au commencement de la période silurienne, elles étaient complétement enveloppées par une écorce épaisse de roches.

Ces apports se sont faits au moins par deux procédés différents.

D'abord, à toutes les époques et sur de nombreux points, des roches silicatées ont été poussées en dehors sous forme éruptive. Elles ont ainsi apporté, incorporés dans leur pâte même, des corps qui ont pu s'en séparer plus tard, à la suite d'une décomposition, et produire, d'une part, des argiles, d'autre part, des combinaisons telles que des carbonates de chaux (1) et de magnésie, ainsi que de l'oxyde de fer; de l'acide phosphorique a dû être mis aussi en circulation de cette manière. La formation de la glauconie se rattache peut-être à des actions de ce genre, aussi bien que celle de la terre verte, ou céladonite, qui s'est déposée avec des zéolithes dans les cavités des roches éruptives amygdaloïdes.

Cependant il ne faudrait pas exagérer l'importance de ce mode *direct* d'intervention. Les roches éruptives, quoique formant d'innombrables pointements à travers l'écorce terrestre, ne constituent réellement, au moins à la surface, que des accidents d'un volume fort restreint par rapport aux terrains stratifiés. On peut le reconnaître avec une carte d'Europe sur laquelle ont été marquées les roches de cette première catégorie, et où l'on voit que de vastes régions, comme la Russie, en sont à peu près dépourvues (2).

Mais, sans paraître au dehors, les masses profondes ont envoyé des extraits de leur substance jusqu'à la surface, tant à l'état gazeux qu'en dissolution, comme elles en envoient encore chaque jour par les exhalaisons volcaniques et les sources

---

(1) Le calcaire de formation récente, connu aux îles Canaries sous le nom de *Tosca*, paraît donner un exemple de ce mode de production. Il en est de même des récifs de polypiers qui sont juxtaposés aux massifs volcaniques dans beaucoup de parties de l'océan Pacifique.

(2) Il faut toutefois observer : d'une part, que beaucoup d'anciennes éruptions nous sont cachées par les terrains sédimentaires qui les recouvrent, et, d'autre part, que la mer a pu porter les produits de la décomposition de certaines roches bien loin de leur point de départ.

thermales; des émanations analogues se sont produites pendant les anciennes périodes, notamment dans le remplissage des filons métallifères.

Ces filons, si nombreux dans une foule de régions disloquées de l'écorce terrestre, avec leurs sulfures, leurs carbonates, leurs phosphates, nous montrent, pour ainsi dire, les corps qui nous occupent surgissant des régions profondes, aussi bien que les métaux proprement dits : ils nous apprennent à la fois quelle est la patrie originelle de ces diverses substances, et comment elles ont pu émigrer vers la surface.

Les filons proprement dits ont, en général, rempli des fissures dans des roches préexistantes; mais il est des cas où l'on voit les substances qui les constituent s'épanouir dans des couches régulièrement stratifiées et même fossilifères. Ce trait d'union entre deux modes de dépôts, en apparence si différents, dont les strates liasiques et jurassiques présentent des exemples nombreux et bien caractérisés sur les contours du plateau central de la France, a été constaté aussi pour certaines combinaisons pierreuses, telles que la barytine et la fluorine. Ainsi, pendant que certaines couches se formaient, elles ont pu recevoir des émanations semblables à celles qui, ailleurs ou même dans leur voisinage, ont incrusté les filons. De simples failles ont donc suffi pour établir une communication entre les régions profondes et le fond des mers; les canaux d'ascension sont encore reconnaissables, lorsque des incrustations permanentes s'y sont produites.

Les cas où l'on voit les couches se rattacher aux filons par une sorte d'extravasement, et où l'on surprend ainsi certains corps arrêtés et comme figés dans leur trajet ascendant, deviennent de plus en plus nombreux, à mesure qu'ils sont plus soigneusement recherchés. Toutefois, on est loin de constater d'une manière générale ce genre de relation, même pour des gîtes dont la composition atteste la provenance aussi clairement que les couches de schistes cuivreux de Thuringe, les amas de calamine et de galène qui, en Silésie, sont superposés au muschelkalk, et les dépôts de soufre natif de la Sicile.

On conçoit qu'il doive en être ainsi.

D'une part, les failles d'ascension n'ont pas toujours été mises à nu par des échancrures, des déchirements ou des érosions; le plus souvent elles restent cachées dans l'intérieur des roches. On serait tout autrement renseigné, si l'œil

pouvait plonger à travers les couches superposées qui cachent ces dernières.

D'autre part, les émanations, une fois arrivées dans la mer, ont pu s'étendre à une grande distance des orifices qui les avaient amenées, sans que leur canal puisse, par conséquent, être reconnu à proximité des couches à la formation desquelles elles ont contribué.

En outre, il est un fait qu'on ne doit pas perdre de vue : dans bien des cas, des failles peuvent avoir donné issue à d'énormes quantités de substances en dissolution, sans avoir été incrustées. A Bagnères-de-Luchon, par exemple, les galeries que l'on a pratiquées pour le captage permettent d'observer parfaitement dans le granite de nombreuses fissures, à travers lesquelles jaillissent les sources. Ces fissures n'offrent aucun dépôt, au moins dans leurs parties visibles; leurs parois n'ont pas même été sensiblement altérées, après un parcours si prolongé. Elles sont d'ailleurs si minces, que, si ces sources tarissaient aujourd'hui, il ne resterait aucun vestige de leur existence; rien n'annoncerait qu'il est sorti sur ce point, et pendant des siècles, d'énormes quantités d'eau et de substances minérales.

Des circonstances spéciales ont été nécessaires pour que les sources thermales et les exhalaisons souterraines produisissent des dépôts permanents et incrustassent les fissures qui leur donnaient issue. La diminution de température et de pression qui se produisait aux abords de la surface a dû souvent y contribuer. Mais lorsqu'il ne s'est pas opéré de dépôts sur leurs parois, ces fissures ne peuvent nous apprendre si elles ont servi de voies de communication avec l'intérieur; elles restent muettes à ce point de vue. Parmi les failles innombrables qui coupent l'écorce terrestre, il en est donc beaucoup qui ont pu remplir ce rôle, sans en présenter de preuves, même dans les lieux où l'exploration en est possible.

Ce qui vient d'être dit sur les sources thermales actuelles, qui débitent d'énormes quantités de substances sans en laisser de traces sur les fissures qui les amènent, peut expliquer également comment les substances que nous voyons dans les filons sont si peu abondantes par rapport à celles qui constituent les couches et qui paraissent être d'origine analogue. Beaucoup de substances ont pu passer par les failles, sans s'y fixer à l'état insoluble; elles ont été portées au dehors, et s'y sont épanchées, peut-être en bien plus grande quantité qu'elles

ne s'y sont arrêtées. Ainsi la chaux y serait peut-être moins rare, si elle avait pu former des combinaisons aussi insolubles que la baryte.

On a aussi objecté que les sources calcarifères jaillissant du granite, comme celles de Saint-Nectaire ou de Carlsbad, sont aujourd'hui peu nombreuses. On verra plus loin que cette objection n'a pas la valeur qu'on lui a attribuée.

A l'appui des considérations qui précèdent, sur le mode d'apport de certains corps qui entrent dans la constitution des terrains stratifiés, prenons comme exemple le fer, celui des métaux usuels qui est le plus abondamment représenté dans les terrains stratifiés, ainsi que dans les roches silicatées, cristallisées et éruptives. La simple décomposition, à la surface du sol, de ces dernières, surtout des roches amphiboliques et pyroxéniques qui sont sorties à diverses époques, a isolé des oxydes et autres combinaisons de fer en quantité notable. Certains minerais de fer du Nassau, de la Westphalie, du Harz et de l'Irlande, qui sont juxtaposés à des roches pyroxéniques, ont été attribués à des influences de cette catégorie. L'abondance surprenante avec laquelle les fossiles sont souvent accumulés dans certaines couches de minerai de fer, a conduit aussi à assigner à ces dernières une origine purement superficielle, analogue à celle du *minerai des prairies et des lacs*. Tel a, autrefois, semblé être le cas pour les gîtes de minerai pisolithique, qui, pendant la période tertiaire, se sont déposés abondamment dans diverses parties de la France; car ils occupent souvent la surface du sol, sans être recouverts par des couches régulières, d'où leur est venu le nom vulgaire de minerai d'alluvion. D'ailleurs la forme globulaire qui les caractérise appartient également à des minerais qui se précipitent actuellement dans des lacs de la Suède et de la Finlande.

Cependant beaucoup des couches et amas de minerai de fer dont il s'agit sont éloignés de tout affleurement de roches éruptives, et l'on ne comprend pas, par exemple, comment s'y rattacheraient les minerais pisolithiques du Berry et de la Lorraine, qui se sont déposés dans des bassins et entièrement fermés et constitués de calcaire jurassique. D'ailleurs la présence, dans ces divers gîtes, de quartz jaspe et de quartz hyalin cristallisé, qui ont été visiblement produits en même temps que le minerai, suffirait pour faire repousser une telle assimilation. Sur d'autres points, c'est l'oligiste cristallisé, comme à Lunel (Aveyron) ou à la Voulte (Ardèche), la sidérose spathique, la

pyrite cristallisée, la blende, la barytine en cristaux nets et limpides (par exemple à la Voulte), qui servent à rattacher le mode de formation des couches ferrifères à celui des filons. A cette occasion, on peut également rappeler le fer titané en cristaux, que Berthier a découvert dans le minerai magnétique des couches néocomiennes de la Champagne, ainsi que l'oxyde de titane cristallisé, de l'espèce anatase, que M. Wöhler (1) a signalé récemment dans le minerai jurassique et fossilifère du Cleveland, exploité si activement dans le nord de l'Angleterre.

Le gisement du strontium et du baryum dans les terrains stratifiés, dont il a été question plus haut, fournit également, sur une foule de points, des preuves d'intervention semblable des sources thermales.

De même le calcium, dont on connaît les analogies avec le baryum, le strontium et le fer, a pu arriver des régions profondes par des failles invisibles, par exemple en Auvergne, où les travertins calcaires ont commencé à se déposer dans un bassin granitique, et antérieurement à l'arrivée des basaltes.

Une partie du quartz des terrains stratifiés est arrivée dans des conditions analogues. — Enfin l'examen des conditions dans les quelles se présente l'acide silicique ou quartz conduit à une conclusion analogue.

Une partie du quartz qui abonde dans les terrains stratifiés leur a été fournie, comme on l'a vu, aux dépens de l'assise granitique; mais ce n'est pas le cas de la totalité. On sait combien les filons de quartz sont développés dans certaines contrées formées de roches anciennes. En France, le Morvan et le plateau central, dans toutes ses parties, offrent des exemples de ces épanchements considérables, comme on en retrouve dans le Böhmerwald et dans bien d'autres pays. Les filons dont il s'agit ne sont pas de simples sécrétions des roches encaissantes (2). Ils sont à assimiler, pour leur origine, aux filons métallifères, avec lesquels ils présentent fréquemment des passages insensibles, en montrant çà et là des minerais métallifères. C'est ainsi qu'aux en-

(1) *Leonhards Jahrbuch*, 1868, p. 202.

(2) Les phyllades appartenant aux terrains anciens sont très-fréquemment sillonnés par des veines irrégulières de quartz hyalin. Ces dernières diffèrent, en général, des filons, en ce qu'elles paraissent des produits de la sécrétion de la roche voisine, engendrées sous l'influence de l'action métamorphique : aussi ne sont-elles à mentionner ici que pour mémoire.

virons d'Alban (Tarn) ou de Kaimar (Aveyron), ils renferment des colonnes de minerai de manganèse, de minerai de fer ou de barytine, et que le puissant filon de quartz de la Sierra-Nevada de Californie, que l'on peut suivre sur une longueur de 120 kilomètres et sur une épaisseur de 2 à 20 mètres, ne s'est allié d'or que sur quelques places; il se montre stérile sur une grande partie de son étendue (1).

Quand, au lieu d'aboutir à une région émergée, des épanchements semblables à ceux auxquels les filons doivent leur remplissage ont débouché dans une nappe d'eau marine ou lacustre, ils ont nécessairement pris d'autres caractères; ils se sont étalés de diverses manières. On a un exemple de ce contraste dans la formation du quartz corné qui imprègne les arkoses en beaucoup de lieux, autour du plateau granitique de la France; d'après son association avec les filons quartzeux du voisinage, on a admis depuis longtemps que ceux-ci représentent comme des cheminées par lesquelles le quartz a été apporté dans ces couches, au moment où elles se déposaient; il y est arrivé en compagnie d'autres substances, la fluorine, la barytine ou la galène.

Mais, comme on vient de le voir, les conditions qui mettent ainsi sous les yeux de l'observateur une relation entre les deux modes de dépôts se présentent rarement, et bien des couches quartzeuses situées à divers niveaux, quoique n'offrant pas cet indice, ont pu être produites d'une manière comparable aux filons, c'est-à-dire par d'anciennes sources thermales. Telle est l'origine que paraissent avoir beaucoup de couches de silex, comme celles que l'on rencontre parfois dans le terrain jurassique, bien plus fréquemment dans la craie blanche, ainsi que les meulières du bassin de Paris, notamment le travertin siliceux de Champigny. Depuis longtemps, on a expliqué cette formation de la manière la plus simple et la plus satisfaisante, en admettant que des sources contenant de la silice en dissolution se sont épanchées dans les bassins où se formaient ces diverses couches.

Diverses particularités viennent à l'appui de cette manière de voir : ainsi, dans le département de l'Indre, au sud de Saint-Gaultier, des dépôts siliceux, en se superposant au calcaire jurassique, se sont substitués partiellement à cette dernière roche; ils en ont moulé en creux les coquilles et les poly-

(1) Laur, *Annales des Mines*, 6e série, t. III, p. 386.

piers qui y abondent et qui, par une sorte de dissection, sont devenus plus reconnaissables que dans la masse où ils étaient primitivement empâtés; ils lui ont, de plus, emprunté sa structure oolithique. On ne peut guères douter que le liquide qui déposait l'acide silicique n'ait, en même temps, dissous le carbonate de chaux et n'ait ainsi produit ces substitutions ou épigénies significatives. A quelques mètres de là, le dépôt offre un tout autre aspect : l'acide silicique est à l'état de jaspe jaune et passe, plus loin, à un minerai de fer très-quartzeux.

Le quartz qui s'est formé dans les roches stratifiées n'est pas toujours dépourvu de cristallisation distincte, comme dans les variétés désignées sous les noms de silex et de jaspe. Il s'y est produit aussi à l'état hyalin et, parfois, en cristaux qui ne laissent rien à désirer pour la netteté et la limpidité, par exemple dans des géodes de rognons ou de polypiers silicifiés. Des cristaux très-élégants de quartz, que renferment les collections de minéralogie, par exemple ceux de Rémusat dans la Drôme, ou ceux qui sont qualifiés de diamants du Niagara, démontrent que l'acide silicique a parfois trouvé dans des terrains stratifiés des circonstances aussi favorables à sa cristallisation que dans les filons métallifères.

L'association de certains sables à des gîtes métallifères de la Belgique a depuis longtemps conduit M. d'Omalius à y voir un dépôt analogue à celui des filons. Parmi les couches de sable quartzeux ou de grès, il en est encore d'autres que rien n'autorise, non plus, à considérer comme des débris de démolition qui se seraient produits à la surface. Ainsi, en pulvérisant le quartz du granite, on n'obtient pas, en général, de sable limpide et incolore, comme celui que l'on exploite, par exemple, à Rilly près d'Épernay, pour les cristalleries.

Les grains de divers sables, qui, au premier abord, paraissent terminés par des faces planes et former des cristaux, sont réellement fragmentaires et comparables à du verre pilé. Toutefois un examen attentif, aidé de la loupe ou du microscope, a fait aussi reconnaître l'existence de sables réellement en cristaux, souvent complets; ils ne doivent pas résulter de la trituration des roches granitiques, roches dans lesquelles les grains de quartz ne sont pas généralement terminés par des faces cristallines (1).

(1) Recherches expérimentales sur la formation des sables, *Annales des Mines*, 5e série, t. XII, 1857.

Il existe aussi des sables grossiers, à grains tout à fait arrondis, dont la forme globulaire et lisse ne paraît pas devoir être attribuée au résultat de frottements (1). La formation des sables de ces diverses variétés aurait plutôt de l'analogie avec celle des globules de quartz qui se sont produits à la partie supérieure du calcaire grossier du bassin de Paris, notamment dans les couches appelées *caillasses*, et à l'intérieur de géodes. Ces globules, les uns à surface cristalline et drusique, les autres à surface lisse, donneraient un exemple de quartz qui s'est granulé indépendamment de toute action mécanique.

On serait ramené ainsi, par des observations de plusieurs sortes, à une idée anciennement émise sur l'origine des sables quartzeux (2), par Deluc et par de Saussure, et qu'on a repoussée peut-être d'une manière trop absolue. Si beaucoup de sables résultent de la trituration du granite et d'autres roches silicatées quartzifères, il en est, de formes diverses, cristallins, globulaires, ou même fragmentaires, qui peuvent être dus, soit à une précipitation directe de l'acide silicique, soit à un apport de l'intérieur.

C'est habituellement à l'état anhydre que l'acide silicique s'est précipité dans les terrains stratifiés, comme quartz hyalin ou comme quartz silex. Il se rencontre bien plus rarement hydraté, constituant l'espèce opale. Les rognons de ménilite du terrain tertiaire des environs de Paris et de l'Auvergne, le tripoli de la Bohême, la gaise du grès vert des Ardennes, à laquelle on commence à reconnaître un développement considérable (3), offrent des exemples de ce second mode de dépôt.

La prédominance de l'état anhydre sur l'état hydraté dans des dépôts d'acide silicique évidemment formés dans l'eau, comme les meulières et comme bien d'autres couches de silex régulièrement stratifiées, constitue un fait très-digne de remarque. On sait, en effet, que ce résultat ne peut être atteint dans les conditions ordinaires des laboratoires, même lorsqu'on opère à la température de 100°. L'acide silicique ainsi précipité entraîne toujours de l'eau de combinaison, qu'il conserve indé-

(1) Même mémoire, p. 555.

(2) Votgt, *Journal des Mines*, t. XXXVIII, p. 211. — Gerhard, *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1816, 1817.

(3) On sait que c'est M. Sauvage qui, le premier, en a fait connaître l'existence et la nature. *Annales des Mines*, 3e série, t. XVIII, 1840; t. XX, 1841.

ıt, lors même qu'il se dessèche après avoir été séparé
ide. Ce n'est qu'en opérant à des températures bien su-
es à 100°, et par conséquent en vases clos et sous pres-
ıe l'on est parvenu à obtenir, par voie humide, de la
nhydre; dans ces conditions, elle se produit en cristaux
ues avec ceux de la nature. Sans prétendre aucunement
uartz ne puisse cristalliser à des températures bien moin-
ıe celles où il a été obtenu dans les expériences de Sé-
ıt et dans les miennes, il est difficile d'admettre.
preuve du contraire, qu'il ait pu se former de toutes
: cristalliser nettement, dans les terrains stratifiés, à la
ature ordinaire, c'est-à-dire sans le secours d'une cer-
.évation de température, qui rappelle elle-même l'in-
ion de l'activité interne du globe

rences minéralogigues qui séparent les dépôts, selon qu'ils formés dans des filons ou dans des couches. — Quand on
:he ainsi, par l'origine, certaines substances des roches
:es de celles des filons, les ressemblances ne se manifes-
s toujours aussi clairement que pour certaines couches
fères. Les analogies se cachent, ordinairement, sous des
ıces dans le mode de cristallisation et même de compo-
Ainsi les cristaux nets et limpides de strontiane sulfa-
tapissent les failles de Bougival ont si peu l'aspect des
compactes et pierreuses qui se trouvent en rognons
s couches tertiaires, qu'il faut des faits positifs pour
ıître le lien qui unit les deux modes de gisement . L'a-
les filons de l'Estramadure, comparée avec la phospho-
i s'est épanchée à la surface dans le département du
-Garonne, dans le Nassau ou à Amberg en Bavière,
.e une différence non moins marquée. La calcite en
ı de forme si variée, que l'on rencontre dans les filons,
mple en Derbyshire, donne lieu à des observations de
ıature.
ımen comparatif d'un même filon métallifère dans ses
profondes et dans ses parties superficielles rend
: de ces différences, ainsi que d'autres du même genre.
nbinaisons oxydées de la surface y contrastent avec les
ıaisons sulfurées des mêmes métaux qui se trouvent
ıs. Bien que les actions actuelles de l'air et de l'eau con-
ıt à produire des décompositions, cet état paraît souvent
.er à l'époque même du remplissage des gîtes. Les chro-

mates et vanadates de plomb de Berezowsk, dans l'Oural, et l'étain concrétionné (Woodtin) du Cornouailles ne s'expliqueraient guère autrement. Rien n'est plus instructif à ce point de vue que les gîtes de calamine, comme ceux de la Belgique, où le zinc en s'oxydant s'est combiné à l'état de silicate hydraté et de carbonate, tandis que, plus profondément, il est à l'état de sulfure ou de blende. Ces oppositions seraient sans doute bien plus caractérisées encore et plus fréquemment observables, si les affleurements originels des gîtes, au lieu d'avoir été emportés, s'étaient intégralement conservés.

En se précipitant dans un espace clos, comme un filon, les substances minérales se trouvaient dans des conditions spéciales de milieu, de température et de pression, dont diverses expériences ont pu faire apprécier toute l'importance. Jusqu'à présent on n'a pu, en effet, faire cristalliser la plupart des minéraux des filons, particulièrement le quartz, la sidérose et la pyrite, qu'en opérant dans des tubes fermés et sous pression.

A plus forte raison, lorsqu'au lieu d'incruster les fissures étroites qui sont devenues des filons, les émanations, vapeurs ou sources thermales se sont épanchées dans une nappe d'eau superficielle, c'est-à-dire à une température et sous une pression moindres, et en contact avec l'oxygène atmosphérique, elles ont rencontré des circonstances bien différentes, et l'on ne peut s'étonner de la différence qui, en général, fait distinguer, à la première vue, le quartz des terrains stratifiés de celui des filons, lors même que l'un et l'autre paraissent avoir une origine semblable (1).

Toutefois, il est des termes intermédiaires qui permettent de rapprocher les extrêmes. Telles sont certaines dolomies métallifères. Par exemple, la dolomie, qui forme des couches minces à la base du grès des Vosges, renferme, à Robache près Saint-Dié, de nombreuses géodes cristallisées, dans lesquelles se

(1) Il y a même des cas où une simple différence dans l'épaisseur de la nappe d'eau paraît avoir exercé une influence très-notable sur l'aspect du dépôt. C'est peut-être à une circonstance du même genre qu'il faut attribuer, en partie, la différence de texture que présentent le minerai de fer pisolithique déposé dans des flaques d'eau peu profondes, à la surface des continents, et le minerai oolithique du terrain jurassique formé dans la mer; il en est de même du calcaire d'eau douce avec tubulures, rappelant tout à fait le travertin des sources, quand on le compare à certains calcaires qui paraissent dus à un précipité chimique opéré dans l'Océan.

ntrent le quartz, la barytine, la fluorine, l'oligiste, tous éga-
ıent en cristaux (1). Elle offre ainsi, dans sa composition
ıéralogique, des traits de ressemblance frappants avec les
as de Framont, bien connus des minéralogistes, qui en sont
ıants de 24 kilomètres. Le même ensemble de minéraux
t donc produit dans une dolomie stratifiée et dans des amas
taposés à un pointement de porphyre.

ıinsi les observations de diverses natures qui viennent d'être
osées s'accordent pour faire reconnaître que bien des sub-
ıces qui constituent des couches régulières dans les terrains
ıtifiés ont été cependant apportées de la profondeur. Ces
ıorts considérables ont eu lieu, tantôt par les roches érup-
ıs elles-mêmes, tantôt, comme dans le remplissage des
ns, par des émanations en vapeur ou en dissolution. Tou-
ıis on ne peut toujours observer une corrélation entre les
ıches et les failles qui ont servi de canaux d'émission. D'ail-
rs les émanations, au lieu d'opérer des dépôts sur place et
ectement, ont pu les provoquer à distance de leur sortie et
irectement, de même que, dans certaines circonstances,
ydrogène sulfuré détermine la formation du gypse.

*Les variations que présente la série des terrains stratifiés con-
dent bien avec les conclusions qui précèdent.* — Non-seulement
considérations qui précèdent expliquent la formation de
taines roches; elles sont aussi d'accord avec l'un des ca-
ıtères généraux les plus remarquables que présentent les
rains stratifiés, c'est-à-dire avec les changements brusques
e l'on constate dans une série de couches lorsqu'on les suit
rmalement à leur plan sur de grandes épaisseurs.

Aux environs de Paris, la succession de la craie, de l'argile
ıstique, du calcaire grossier et des couches gypseuses offre
exemple bien connu de ces différences. Nous venons d'en
ıaler d'autres, non moins caractérisées, dans l'apparition à
rtains étages bien déterminés, de minerais métalliques, de
ıosphates et d'autres substances.

Ce ne sont pas seulement des couches isolées, mais des
roupes entiers de couches, qui offrent, dans leurs roches
rédominantes, des différences bien prononcées et s'éten-
ıant souvent sur de vastes distances. Les terrains triasique et
ermien, avec leurs roches arénacées puissantes et souvent

(1) Comme l'a montré M. le docteur Carrière, de Saint-Dié.

rougies par le peroxyde de fer, leurs amas fréquents de sel gemme, les gîtes métallifères que l'on y exploite en beaucoup de lieux, dénotent, au moins pour l'ensemble de l'Europe, un régime bien différent, d'une part, de celui qui a précédé, pendant que le terrain houiller se formait, d'autre part, de celui qui a suivi, lorsque, dans la période jurassique, des dépôts calcaires se faisaient si abondamment et que des récifs de polypiers, avec d'innombrables animaux secrétant du carbonate de chaux, acquéraient un si grand développement. Dans certains étages, c'est le silicate de protoxyde de fer et d'autres bases, connu sous le nom de glauconie, qui, par le mélange intime de ses grains verts, est venu teindre toutes les couches, quelle qu'en soit la nature, sableuse ou calcaire.

On sait d'ailleurs qu'au milieu de ces variations, des récurrences des mêmes roches se reproduisent parfois avec des identités surprenantes. Ces retours sont particulièrement remarquables pour les formations adventives, tel que le sel gemme, qui se montre dans le trias avec le même cortége que dans les couches siluriennes de l'Amérique du Nord ou dans les terrains tertiaires de l'Italie, des Carpathes et du Caucase. Il en est de même pour les groupes de couches qui avoisinent les combustibles minéraux d'âges très-différents.

Les changements dont il s'agit avaient déjà fortement fixé l'attention de Lavoisier, dans le mémoire géologique que fit cet illustre savant sur les environs de Paris. On les a attribués d'abord à de simples modifications dans la disposition relative des continents et des mers, et, par suite, dans celle des fleuves et des courants marins sous l'influence desquels se formaient les sédiments.

Mais, si l'on ne voyait dans les terrains stratifiés que des effets d'actions superficielles, il serait bien difficile, si ce n'est impossible, de comprendre beaucoup de faits de cet ordre, qui, au contraire, paraissent se rattacher, de la manière la plus directe, à l'intervention d'actions souterraines. Les changements qui se sont produits dans l'intérieur du globe sont attestés, non seulement par des phénomènes mécaniques de dislocation, mais aussi par l'apparition, après des périodes de calme, de roches éruptives de diverses natures.

Les variations que présentent les remplissages successifs des filons métallifères sont encore plus significatives. Tous les mineurs savent que les filons qui traversent une même contrée, et dont les rejets successifs servent à constater avec ce

ude l'âge relatif, diffèrent généralement par la nature des bstances pierreuses et métalliques qui s'y sont déposées. De ême, les émanations analogues à ces dernières, qui ont aporté leur tribut à la formation des roches stratifiées, ont rié avec le temps; certaines d'entre elles ont tari et ont fait ace à d'autres. Dans l'Aveyron, où d'épaisses couches de grès nt teintes en rouge intense par le peroxyde de fer, le neiss qui supporte ces couches est traversé, notamment près e Rodez, par de petits filons d'oligiste et de quartz, qui onnent une explication claire du phénomène. On comprend insi comment des phases ferrugineuses ont succédé à des hases calcaires ou siliceuses, et d'où proviennent ces partiularités minéralogiques qui impriment souvent une physioomie caractéristique, non-seulement à de simples assises, nais à des étages et à des terrains entiers. Aux phénomènes énéraux et constants qui sont de tous les temps, se sont suerposés, en quelque sorte, *des règnes* de certaines substances u de certaines actions qui ont affecté des étendues considéables. Les mouvements qui, à toutes les époques, ont déormé, bosselé ou ridé l'écorce terrestre, ont sans doute uvert, fermé ou modifié les fissures de communication qui ervaient à l'apport des substances profondes, et contribué insi aux changements dont il vient d'être question.

En présence de telles variations, il est clair qu'on ne sauait prétendre trouver aujourd'hui la continuation complète et niforme de tous les phénomènes qui nous ont précédés. Il ne este plus rien des sources ferrugineuses qui, pendant la péiode tertiaire, ont apporté le minerai pisolithique dans tant le régions de la France, ni des sources siliceuses qui, plus ard, ont produit des couches de meulières sur des étendues on moins considérables. Ainsi l'origine que nous venons de econnaître comme la plus vraisemblable pour le calcaire des nciennes périodes n'est aucunement en opposition avec la areté comparative, au moins sur nos continents, de sources hermales apportant le carbonate de chaux des régions infrànranitiques.

Influence des apports d'origine interne sur la constitution de l'atmosphère et de la mer. — L'importance que l'on est amené à reconnaître aux actions internes montre aussi à combien de causes de changement la mer a dû être soumise, pendant les longues périodes qui correspondent à la formation des terrains stratifiés. Les variations que nous venons de rappeler

dans la succession des terrains sont comme le reflet de ces influences.

Selon l'hypothèse généralement admise, lorsque l'écorce silicatée s'est refroidie et consolidée, et que l'eau s'est elle-même condensée et a formé un océan liquide, diverses substances volatiles, telles que le chlorure de sodium, qui avaient pu d'abord rester en vapeurs, se sont dissoutes dans la mer. Quelle qu'en ait été la salure originelle, l'Océan n'a pas cessé de servir de réceptacle, d'une part, à des émanations volcaniques et thermales, d'autre part, à des substances salines apportées par le lavage des parties externes de l'écorce solide. On sait, en effet, que l'eau des fleuves n'est jamais chimiquement pure; depuis qu'il y a des continents, les eaux qui les arrosent apportent donc journellement, à part les matières pierreuses qu'elles tiennent en suspension, des substances réellement dissoutes, qui proviennent du lavage des roches (1).

Si, depuis des époques reculées, la mer a beaucoup reçu, elle a aussi fourni abondamment, soit en livrant aux êtres organisés certains corps qui leur sont nécessaires, comme la chaux, soit en formant elle-même certains dépôts.

On sait que le chlorure de sodium est très-abondant dans la mer actuelle. En adoptant le chiffre de 2,70 pour 100 comme teneur moyenne, et une profondeur moyenne de 3,500 mètres, ce que l'Océan contient de chlore équivaut à une couche de sel gemme qui couvrirait le globe entier avec une épaisseur de près de 37 mètres. Sans qu'il soit possible de supputer la quantité de sel gemme que renferment les terrains stratifiés, on doit croire, en se basant sur ce qui est connu, que cette quantité est bien inférieure à celle qui se trouve dans ce vaste réservoir de chlorure de sodium en dissolution. (2)

Les dépôts de sel gemme, qui se rencontrent dans les terrains stratifiés à des étages très-variés, ont été généralement attribués à une simple évaporation de l'eau de mer, telle qu'on en observe dans les marais salins; ils ressemblent plus encore à

---

(1) Notamment du carbonate de chaux, des chlorures, des sulfates, ainsi que de l'acide silicique.

(2) A part ces massifs de sel gemme, le chlorure de sodium imprègne, mais en faible quantité, un grand nombre de gîtes variés, ainsi que l'indiquent beaucoup d'analyses. Les roches éruptives récentes en renferment souvent des quantités notables. Le chlore s'y trouve d'ailleurs combiné dans des silicates, tels que la sodalite et la néphéline.

les couches épaisses que l'on a rencontrées et coupées dans es lacs Amers, lors du creusement du canal de Suez. Cependant, quand on examine les conditions dans lesquelles se présente le sel gemme, la manière dont de puissantes couches le cette substance sont souvent étagées les unes au-dessus les autres, leur association à des argiles rougies et bariolées par le peroxyde de fer anhydre, l'absence habituelle d'animaux, on reconnaît que cette première supposition, bien que paraissant la plus naturelle, ne satisfait pas à certaines conditions générales du problème, ainsi que l'a montré M. Elie de Beaumont (1).

En raison de ces difficultés, certains géologues, à la suite de Breislack, de de Charpentier, de Paul Savi, ont rapproché le sel gemme qui constitue des masses stratifiées de celui qui se sublime aux abords des volcans, et y ont vu des produits d'anciennes solfatares sous-marines. Mais cette seconde supposition provoque encore plus d'objections, et n'a pas été si généralement admise que la première.

Si l'on prend pour exemple le gisement si remarquablement complet de Stassfürt, on y trouve les diverses substances saines que la mer peut fournir, étagées les unes au-dessus des autres, dans l'ordre même où la mer les déposerait en s'évaporant. Il est donc difficile, sans doute, de ne pas voir dans ces dépôts, quelque puissants qu'ils soient, des résidus que l'Océan a formés pendant la période permienne. Toutefois, si cette évaporation avait eu lieu à la température ordinaire, même à celle des régions tropicales, comment des sels déliquescents, tels que la carnallite, auraient-ils été conservés? Comment, sans parler de la présence du borate de magnésie ou stassfurtite, auraient cristallisé au milieu de ces dépôts l'oligiste, le quartz limpide avec des formes très-nettes, l'anhydrite en cristaux complets, comme on ne la connaît guère ailleurs, et la boracite, comme on vient de l'y découvrir (2). Les couches de sel gemme de Wieliczka, avec la barytine qui leur est associée, et les dépôts de soufre qui les avoisinent, ainsi que bien d'autres gîtes de sel, témoignent dans le même sens.

L'origine des principaux gîtes de sel gemme rappelle donc deux influences, comme si l'évaporation de l'eau des mers,

---

(1) Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de France*, *II*, p. 94.

(2) *Leonhards Jahrbuch fur Mineralogie*, 1871, p. 844.

à laquelle ils paraissent devoir leur origine, avait été provoquée, non par la seule action de l'atmosphère, mais par des émanations chaudes provenant de l'intérieur (1).

La formation de la dolomie dans bien des gisements donnerait lieu à une conclusion du même genre. Dans beaucoup de cas, elle a pu se précipiter directement, ainsi qu'on l'a vu dans de l'eau minérale de Lamalou, qui avait été abandonnée à elle-même. Cependant l'association si fréquente de la dolomie à des dépôts métallifères qui en sont contemporains doit faire croire à une certaine parenté avec ces derniers. Les amas de calamine de la Belgique, de la Silésie, de la Pologne et de la province de Santander, la dolomie zincifère de l'Angleterre, celle de la France centrale, par exemple, de Durfort (Lozère), de Combecave (Lot), d'Alloue (Charente), les gîtes de galène des Alpujarras, les gîtes de manganèse de Nassau, en sont des exemples.

Si donc, dans certains gisements, l'eau de mer a contribué à former les couches de dolomie, c'est probablement sous l'influence d'actions souterraines. Supposons, par exemple, que des sources chargées de carbonate de soude, telles que celles qui jaillissent en grand nombre en Auvergne et dans bien d'autres contrées volcaniques, soient arrivées dans l'Océan, elles ont dû provoquer, aux dépens des substances qui préexistaient dans ce dernier, sulfates de chaux, de magnésie, et chlorure de magnésium, un précipité de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, c'est-à-dire formé de calcaire plus ou moins magnésien, sous l'influence de réactions du genre de celles qu'a signalées et étudiées Forchhammer.

Ainsi, beaucoup de dépôts de sel gemme, de dolomie et de gypse, malgré des liens de filiation qui les unissent évidemment aux éléments normaux de la mer, paraissent, d'autre part, se rattacher à des émanations souterraines, de manière à faire supposer que ces dernières ont pu en provoquer la formation.

Depuis les temps les plus reculés, la mer est donc comme

(1) Cette observation est confirmée par la formation du sulfate de chaux anhydre ou anhydrite, qui est fréquent et qui le serait sans doute davantage, s'il ne s'était souvent hydraté depuis son dépôt, comme il le fait encore. Les expériences intéressantes, que M. Gustave Rose a faites récemment sur la formation de l'anhydrite en présence d'une dissolution de chlorure de sodium, sont à mentionner ici. (*Leonhards Jahrbuch*, 1871, p. 932.)

un vaste entrepôt. D'une part, elle n'a cessé de recevoir des apports, les uns externes, les autres internes ; d'autre part, à tous les âges, elle s'est dépouillée de substances qu'elle contenait originairement ou qu'elle avait ainsi emmagasinées, en les enfouissant, parfois sous la forme organique, dans des sédiments où, depuis lors, elles sont restées en grande partie.

Une observation analogue s'applique à l'atmosphère, dont la teneur en oxygène et en acide carbonique a été influencée par la décomposition des roches et par la formation des terrains stratifiés, ainsi que l'a montré Ebelmen.

Si l'on avait la prétention de tenter d'établir, pour les anciennes périodes, une sorte de compte-courant de la mer et de l'atmosphère, il serait difficile de ne pas commettre des cercles vicieux : les contingents fournis par l'un et l'autre milieu présentent un caractère simulé et empreint d'exagération, par suite des emprunts incessants qu'ils ont faits eux-mêmes aux régions profondes.

Cependant, à en juger par la persistance de certaines familles d'animaux, on peut supposer que les deux océans gazeux et liquide qui servent de milieu à la vie n'ont pas aujourd'hui une composition chimique fort différente de celle qu'ils présentaient dans les périodes reculées où se déposaient les premières couches fossilifères. Ces deux milieux, en présence des réactions complexes et variées dont ils ont été le siége, se seraient sans doute plus considérablement modifiés, si la stabilité de chacun d'eux n'était pas entretenue par des antagonismes et par une tendance à l'équilibre tels qu'il s'en rencontre de toutes parts dans la nature. Mais le laps de temps qui comprend l'histoire de l'homme, et surtout celui sur lequel portent des observations précises, sont trop courts, pour que l'on arrive à ce sujet à des conclusions, qu'il faut abandonner à nos successeurs.

Je terminerai en rappelant les rapports généraux qui existent, quant au poids, entre la masse générale du globe et celle de ses enveloppes liquide et gazeuse. Ce sont des données qu'il ne faut pas perdre de vue dans les considérations du genre de celles qui nous occupent.

En se fondant sur le poids de la colonne barométrique et, pour la mer, sur la profondeur indiquée précédemment, ainsi que sur une densité de 1.028, on trouve que les poids relatifs de l'atmosphère, de l'Océan et du globe lui-même sont approximativement comme les chiffres :

1 : 1,800 : 9,000,000.

Ainsi l'atmosphère, si importante pour la vie, et la mer, malgré l'énorme profondeur qu'on lui reconnaît sur des étendues considérables, ne forment qu'une bien faible fraction de l'ensemble de notre planète.

Des corps qui sont incontestablement d'origine extrà-terrestre arrivent fréquemment sur notre planète. Les traînées persistantes de vapeur et de fumée qui accompagnent toujours les apparitions de bolides et les chutes de météorites, doivent faire supposer que notre globe ne reçoit pas seulement les masses solides et de forme fragmentaire que nous recueillons à la surface du sol, mais aussi des substances pulvérulentes ou poussières, et peut-être des matières gazeuses. Car, sans parler des étoiles filantes, il ne serait pas impossible que certaines météorites fussent accompagnées d'une atmosphère, et, par conséquent, que l'Océan et notre enveloppe aérienne ne s'assimilâssent ainsi, de temps à autre, des substances provenant d'autres corps célestes. Quelque petite que soit la dimension des météorites que, dans la période actuelle, nous voyons échouer sur le globe terrestre, quelque faible que soit l'augmentation générale de la masse pour les centaines de chutes qu'il peut recevoir annuellement, c'est un apport qu'à plus d'un titre il est intéressant de noter. Il nous montre l'un des changements qui se produisent dans le monde, par la répartition des débris de certains astres ou astéroïdes entre d'autres astres.

Des interventions du même ordre peuvent s'être produites à une époque reculée. Newton pensait que la masse du globe terrestre peut s'être augmentée par des vapeurs émanant du soleil, des étoiles ou des queues de comètes. L'égalité qui existe entre la densité moyenne des météorites et celle de la terre, ainsi que les analogies de composition, ont conduit M. de Reichenbach à supposer que la Terre pouvait s'être formée autrefois par la chute et l'agrégation d'autres corps célestes. Une hypothèse émise au commencement de ce siècle osait même faire arriver des espaces, avec des météorites, les divers types d'êtres organisés qui ont apparu successivement et dont les débris sont enfouis dans les terrains stratifiés.

Sans se risquer dans des considérations qui échappent à la portée de la science, on peut remarquer que l'assise granitique qui s'étend sur tout le globe, avec une constance de caractères si remarquable, diffère essentiellement, par sa nature minéralogique, des météorites que nous voyons arriver.

En résumé, d'après les observations qui viennent d'être présentées, la mer, quelle qu'ait été sa salure originelle, ne paraît pas avoir pu renfermer, à la fois, tous les corps qui s'en sont séparés pour constituer les terrains stratifiés.

D'une part, l'écorce granitique lui a graduellement fourni des matériaux, tant par sa propre trituration que par voie de décomposition.

D'autre part, pendant la série des périodes géologiques, la mer a successivement emprunté des substances à des régions du globe qui semblaient être trop en dehors de son action pour devenir ses tributaires, à ces parties profondes d'où proviennent les roches éruptives et les filons. La mer a mis en œuvre ces diverses substances, souvent après qu'elles avaient subi préalablement des décompositions chimiques ou qu'elles avaient passé par la vie. Elle a agi sur elles par les mêmes procédés que sur les substances qu'elle enlevait à la surface. Elle les a disposées également en couches régulières, les a associées à des matériaux arénacés, y a souvent distribué de nombreuses dépouilles de ses habitants, comme si elle avait cherché à s'assimiler ces épaves et à les naturaliser dans son domaine. Aussi, pour discerner aujourd'hui la patrie originelle de ces corps, faut-il recourir à une enquête approfondie et difficile, qui n'est pas sans analogie avec celle à laquelle on procède pour les divers peuples, lorsque, par l'étude des langues, on cherche à reconnaître les races qui, à des époques très-reculées, se sont superposées et unies entre elles.

Toutefois, la distinction des corps constitutifs des terrains stratifiés en deux catégories, quant à leur provenance, ne peut toujours s'établir d'une manière absolue; car les masses silicatées externes et internes ne diffèrent pas entre elles d'une manière complète, et certains corps, tels que le calcium, le fer, le silicium, le phosphore et le soufre, se rencontrent dans les unes et dans les autres. C'est ainsi que la vapeur d'eau fournie par les exhalaisons des volcans concourt à former la pluie, avec celle qui a pris naissance à la surface même du globe.

Ainsi que nous l'avons vu, les apports internes paraissent

s'être opérés en grande partie sous l'influence d'infiltrations d'eau, qui, après être descendues de la surface du globe, seraient remontées des régions profondes, associées à des substances qu'elles ont dissoutes ou entraînées. C'est ce qui arrive chaque jour encore, dans le mécanisme des sources thermales et probablement aussi des exhalaisons volcaniques. D'après ces considérations, on voit combien paraît avoir été considérable la circulation interne de l'eau. On en surprend les effets de toutes parts, dans les filons métallifères et dans les pores mêmes des roches éruptives à structure amygdaloïde. C'est une sorte de *circulation souterraine* et *profonde* qui remonte aux plus anciennes périodes. Beaucoup de substances gazeuses ou dissoutes auraient ainsi traversé l'écorce granitique par des fissures profondes, et seraient arrivées à la surface par une sorte de *transpiration* et de *transsudation*, emportant constamment aussi avec elles une certaine quantité de la chaleur interne.

Depuis quelque temps l'importance du rôle de la chaleur intérieure a été attaquée, surtout en Allemagne et en Angleterre. Des arguments de divers ordres ont concouru à ce but et tendraient à ramener quelques géologues presque à la doctrine de Werner, qui suppose ces régions profondes à peu près inertes. C'est à la suite d'exagérations dans lesquelles on s'était laissé entraîner, quand les théories nouvelles sur cette chaleur intérieure venaient de triompher, que s'est produit ce mouvement dans les idées, en sens inverse de celui auquel il succédait. La loi générale d'action et de réaction se montre donc dans les trois phases que cette question fondamentale de la géologie a traversées depuis la fin du siècle dernier, c'est-à-dire depuis Hutton.

Cependant, à mesure qu'on étudie mieux l'écorce solide, on y reconnaît des preuves de plus en plus nombreuses de l'intervention de l'activité interne. Les terrains stratifiés eux-mêmes, comme nous venons de le reconnaître, nous fournissent des arguments qui témoignent dans le même sens que les roches éruptives et les roches métamorphiques. Non-seulement cette activité interne a fait émerger d'anciens fonds de mer, en a ployé et brisé les strates, mais aussi elle a contribué à la formation directe de ces mêmes dépôts.

De même que l'examen des roches sédimentaires a déjà jeté une lumière inattendue sur l'histoire de la vie, de même des phénomènes qui, au premier abord, paraissent appartenir exclusivement au domaine de l'eau, contribuent à faire res-

sortir l'importance et la diversité des rôles de la chaleur intérieure.

M. de Chancourtois fait l'exposé sommaire de la communication suivante, qu'il préparait pour une prochaine séance, mais qui lui paraît mise à l'ordre du jour par la communication de M. Daubrée.

Sur la corrélation directe des formations éruptives et des formations sédimentaires et sur les conséquences de cette corrélation, notamment sur les rapports de l'aragonite et des travertins; par M. de Chancourtois.

La corrélation directe entre les *roches éruptives communes* et les *dépôts sédimentaires détritiques* est déjà établie depuis longtemps dans la période secondaire, où les *porphyres* sont liés aux *grès rouges et bigarrés* par des *conglomérats* ou des *argilolithes.*

On peut l'établir pour les autres roches communes et les autres dépôts détritiques de la même période et des périodes primaire et préliminaire, par les *brèches* et les *amygdaloïdes trappéennes*, les *arènes kaolineuses*, les *pierres ollaires* et les *schistes micacés* ou *chloriteux*. On la reconnaît d'ailleurs facilement dans les périodes tertiaire et récente, où la liaison analogue est formée par les *tufs trachytiques*, *phonolithiques* ou *basaltiques*, et les *wakes* (1), les *tufs ponceux* et *palagonitiques*, les *boues*, les *scories* et les *cendres volcaniques* qui complètent la série des roches éruptives communes de la catégorie que j'appelle *diamorphique* ou de *passage* (2).

---

(1) Dufrénoy insistait souvent sur le caractère directement éruptif d'une partie de ces roches.

(2) Comme ces roches se rattachent ordinairement à des types vifs ou nets des roches consolidées, on les désigne habituellement sous la qualification de roches *altérées*, avec la dénomination générique, plus ou moins précise, du type net correspondant. Il est certain que quelques-unes ressemblent complétement aux produits de l'*altération atmosphérique* de la roche nette, et je comprends aussi ces derniers produits sous la qualification de *diamorphiques*, par laquelle je veux désigner toutes les masses minérales qui établissent le *passage* entre la condition franchement éruptive et la condition franchement sédimentaire; de même que l'on désigne par la qualification de *métamorphiques* les dépôts qui présentent la *transition* inverse,

A l'extrême opposé des produits éruptifs communs essentiellement rocheux et des dépôts sédimentaires détritiques ou élastiques, la corrélation directe se reconnaît indubitablement entre les *matières éruptives d'émanation* ou *exceptionnelles*, *jaspes*, *calcites*, ou autres *gangues* et *minerais de filons*, et les *matières sédimentaires* dites souvent de *précipitation chimique* (1), qui ont été certainement en dissolution : les *silex*, les *calcaires* et les *minerais stratifiés*. A défaut de liaison continue, les rapports de ces matières sont jalonnés clairement par les *tufs siliceux* et *calcaires*, les *chapeaux ferreux*, etc., produits qui méritent aussi la qualification de diamorphiques, et il serait difficile de ne pas reconnaître que les formations sédimentaires non détritiques sont les épanouissements plus ou moins directs des matières d'émanation fournies par les magmas sous-jacents, matières que l'on retrouve dans les filons, incrustant les parois des fentes par lesquelles elles se sont fait jour, et dont on voit poindre le dégagement dans les vacuoles des roches éruptives amygdaloïdes.

Si donc l'on conçoit une sorte de *filon théorique complet*, formé par la juxtaposition ordonnée de tous les remplissages partiels, réguliers ou d'incrustation, observés dans les différents filons d'une même région, ce filon complet présentera dans le sens *horizontal* une succession correspondant terme à terme à

---

ou le retour de la matière vers l'un des états propres aux roches éruptives nettes (j'en distingue trois principaux en lithologie : l'état cristallin, le compacte et le vitreux); mais je crois que la nouvelle dénomination est nécessaire, ne fût-ce que pour déshabituer de l'idée que la modification en question est postérieure à la consolidation. La modification est, au contraire, ordinairement originelle, et si l'on ne veut pas accepter la qualification que je propose, il faut au moins remplacer, dans la plupart des cas, la qualification d'*altérées* par celles d'*imparfaites*; car les roches qui ne sont nettement ni cristallines, ni compactes, ni vitreuses, sont en général, on le voit bien par les termes de mon énumération, les produits *avant-coureurs*, sortes de *crasses* ou d'*écumes* des roches vives, lesquelles souvent ne viennent pas affleurer, et la consistance grenue, boueuse ou fragmentaire de ces produits en a permis le remaniement sédimentaire immédiat sur la plus grande échelle. C'est dans le but d'appeler l'attention sur ce point important de la géogénie, aussi bien que pour arriver à un classement méthodique, sans résidu, des roches et dépôts, que j'ai introduit dans mon enseignement, il y a déjà plusieurs années, la dénomination de *diamorphique*.

(1) J'appelle ces dépôts *in[illegible]endants*, par opposition à la dénomination générale de *dépendants*, que j'[illegible]lique aux dépôts détritiques, qui sont, vis-

la *série des formations sédimentaires non détritiques* superposées *verticalement* dans la même région.

On doit conclure de cet aperçu que :

Le classement des remplissages de filons réguliers est fourni par celui des dépôts sédimentaires non détritiques.

C'est la proposition que je tiens à formuler aujourd'hui.

J'ajoute qu'il faut comprendre, suivant moi, dans les dépôts non détritiques provenant directement des phénomènes éruptifs, non-seulement les *silex* et les *calcaires*, mais une grande partie des *sables* et des *argiles stratifiées* (1).

Dans les courses des élèves de l'École des mines aux environs de Paris, je m'applique depuis longtemps à faire ressortir tous les faits éruptifs propres aux terrains tertiaires et récents, et j'insiste particulièrement sur les caractères des argiles meulières, dont la matière a été souvent présentée comme résultant de la dissolution du calcaire de la Beauce par des eaux superficielles, tandis qu'elle porte, suivant moi, le cachet d'une origine éruptive bien plus directe.

Les explorations faites pour l'exécution de la Carte géologique détaillée, m'ont donné occasion de constater, dès 1866, une preuve décisive de la justesse de mon opinion : l'existence d'un filon d'argile, traversant des sables à demi stratifiés (2), près d'Aigleville, dans les environs de Pacy-sur-Eure. Mais ce n'est pas le lieu de donner la description détaillée de ce fait géologique, qui n'est plus d'ailleurs aujourd'hui que accessoire d'un ensemble de faits, aussi importants qu'originaux, découverts par mes collaborateurs, en faveur desquels je crois devoir prendre date incidemment, me bornant à ajouter que les preuves manifestes de l'origine directement éruptive

---

ris des masses dont ils offrent les matériaux remaniés, dans une dépendance géographique directe et ordinairement manifeste.

(1) J'ai, en effet, partagé spontanément et je continue à partager, à cet ard, la manière de voir de M. d'Omalius d'Halloy, qui, anciennement jà et le premier, si je ne me trompe, a eu recours, pour expliquer la proction des sables siliceux et des argiles de la série sédimentaire, aux éjalations de silice pulvérulente et de lithomarges dont les poches calamiires offrent souvent des masses importantes. En rattachant mes idées à lles de M. d'Omalius d'Halloy, quant au principe, je fais d'ailleurs toute serve quant aux applications.

(2) Au dire des ouvriers, ce filon avait été fouillé à 20 mètres.

des matières sableuses et argileuses, dans le bassin tertiaire parisien, sont beaucoup plus multipliées que je ne l'espérais.

Quelle que soit, au surplus, l'importance relative des phénomènes que l'on doive qualifier phénomènes d'émanation, les masses essentiellement diamorphiques de *silice pulvérulente* et de *lithomarges*, observées dans les poches calaminaires, n'en établissent pas moins des rapports certains entre les *quartz des filons* et les *sédiments sableux*, entre les *silicates alumineux des dykes* et les *argiles stratifiées*, et la prise en considération de ces rapports complète, par un ensemble de traits intermédiaires, le tableau de la corrélation directe des phénomènes éruptifs et des phénomènes sédimentaires, dont j'ai rappelé et indiqué d'abord les termes extrêmes.

Pour tirer parti du principe de corrélation, il faut marquer des repérages.

Ceux qui concernent les minerais sont les plus faciles.

Les *gîtes cuivreux du terrain permien*, les *gîtes de zinc et de plomb du terrain triasique* nous offrent tout d'abord des repères d'une importance capitale.

Les lits de *pyrite*, de *fer carbonaté* et d'*hématite*, fréquents dans plusieurs terrains, sont aussi des termes faciles à mettre en rapport avec les incrustations de même nature ou de nature correspondante observées dans les filons.

En dehors des *minerais* et des *minéraux métalliques*, points de repères saillants, on peut aussi établir assez facilement des rapprochements entre certains *dépôts sédimentaires très-répandus*, quartzeux, argileux, calcaires, et certaines *gangues des filons réguliers* ou certaines matières des *remplissages d'amygdales*.

On peut remarquer, par exemple, que les trois éléments caractéristiques du terrain crétacé, la *glauconie* (sorte d'*argile de fer*), la *craie* et le *silex*, correspondent parfaitement aux remplissages de *terre verte*, de *calcite* et d'*agate*, qu'on observe dans certains trapps amygdaloïdes.

Le groupement des trois rapports aide ici au rapprochement, mais lorsque l'on considère une seule matière, la question est très-délicate, et c'est alors qu'il peut être nécessaire de faire intervenir l'examen analytique des nuances de composition ou de propriétés physiques pour préciser ou pour découvrir la correspondance.

La simple observation géologique permet pourtant d'apprécier des nuances de composition très-décisives; ainsi, les calcaires oolithiques qui, malgré leur blancheur, fournissent des

erres particulièrement rouges, correspondent certainement lans la série filonienne à des calcites ferrifères; et, si les calaires du lias doivent leur couleur bleuâtre à la présence d'une ombinaison sulfurée (1), du genre de celle qui bleuit le lapis, ls correspondraient à des calcites accompagnées de certains ulfures ferreux.

L'observation géognostique peut même indiquer, je crois, les rapports que les expérimentations physiques et chimiques ont à peines capables de justifier, car ils tiennent aux caracères les plus intimes de la constitution des corps.

Si l'on remarque, par exemple, que dans les *vacuoles des basaltes* le remplissage est souvent formé par de l'*aragonite*, et que, d'un autre côté, les *calcaires lacustres tertiaires et récents* ont en général un *faciès* qui, bien que très-difficile à définir, n'en est pas moins très-facile à reconnaître et tout à fait caractéristique, car il correspond au nom spécial de *travertin*, n'est-on pas conduit à penser que ce faciès particulier des *travertins* tient à ce que le carbonate de chaux y est au même état moléculaire que dans l'*aragonite*.

L'état vitreux et l'état tuffacé qui en dérive sont tellement caractéristiques dans les roches éruptives communes des périodes tertiaire et récente, qu'on doit en trouver comme un reflet dans tous les produits du même âge (2).

Or, ce qui domine dans le faciès particulier des calcaires lacustres, c'est un certain aspect tuffacé. Il y a donc là un motif de rapprocher le calcaire lacustre de l'aragonite, car l'aragonite, sans être tout à fait vitreuse, puisqu'elle est un peu clivable, représente assurément l'état le plus opposé à l'état lamelleux que puisse prendre le carbonate de chaux minéral.

J'ai tellement confiance dans la portée des observations géognostiques, que, dans mes leçons de lithologie, j'ai déjà signalé plusieurs fois ce rapprochement comme devant être un jour ou l'autre justifié par l'observation de quelque propriété moléculaire commune aux deux substances (3).

---

(1) Cette idée, du principe de coloration des calcaires du lias, m'a été donnée par Ebelmen, qui, peu avant sa mort, m'avait demandé des échantillons pour la soumettre au contrôle de l'analyse chimique.

(2) C'est là une proposition que j'énonce incidemment, mais pour laquelle je désire prendre date en thèse générale.

(3) L'impression de cette note ayant été retardée, je puis citer comme répondant à la prévision par laquelle je terminais ma communication, la

Je n'hésite même pas à généraliser cette indication, en disant que la comparaison géognostique des matières de la série filonienne et géodique et de la série sédimentaire doit faire reconnaître, dans l'une des séries, ce que j'appellerais la *traduction* des propriétés déjà nettement établies dans l'autre.

Ainsi, à mon avis, l'observation pure et simple du gisement et des faciès, non-seulement doit dominer dans les spéculations géologiques, mais peut encore réagir utilement sur l'étude minéralogique, c'est-à-dire physique et chimique des corps naturels.

---

découverte du carbonate de chaux et de strontiane faite à Issy et aux Moulineaux par M. Jannettaz (séance du 4 décembre 1871), car on sait que l'aragonite contient ordinairement de la strontiane.

Que l'association du carbonate de strontiane et du carbonate de chaux soit la cause ou la conséquence de l'état moléculaire particulier pris par ce dernier dans l'aragonite, l'existence de la même association dans un dépôt de marnes lacustres et de travertins est incontestablement favorable à mon hypothèse, et il serait intéressant de rechercher si la strontiane, que l'on rencontre souvent à l'état de sulfate dans plusieurs étages tertiaires, ne se trouve pas habituellement dans les travertins.

J'ajouterai que, d'un point de vue peu éloigné de celui sous lequel l'aragonite me paraît ressembler à la matière des travertins, j'aperçois cette autre proposition, à vérifier, si elle ne l'est déjà : le carbonate de chaux est à l'état d'aragonite ou à un état encore moins cristallin dans les produits calcaires sécrétés par les animaux.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

ROYS. — Réponse aux observations de M. G. Fabre (*Bull.*, 2e série, t. XXVII, p. 616). 8

l GERVAIS. — Sur les Poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du Bugey. 10

l GERVAIS. — Sur les formes cérébrales des mammifères marsupiaux, édentés et carnivores. 14

RAN. — Aperçu géologique du bassin de Belmez (Andalousie). . . 15

il GERVAIS. — Sur la Baleine dont on a trouvé des ossements dans Paris. 25

RAN. — Sur les divers niveaux de matières combustibles et bitumineuses dans le département du Gard. 29

CHANCOURTOIS. — Observations sur la communication précédente, tendant à faire ressortir le rôle des phénomènes d'émanation et, par suite, l'importance de la prise en considération des alignements géologiques dans l'étude des gîtes de combustibles. 31

ROYS. — Note sur la présence d'ossements de cétacés dans le diluvium de la Seine. 33

TAN. — Sur la chute de deux obus à l'École des Mines. 36

CHANCOURTOIS. — Sur le même sujet. 37

CHANCOURTOIS. — Rapports de la Géologie et de l'Ethnologie. . 39

ROYS. — Rapport de la Commission de comptabilité sur les comptes de l'exercice 1870. 44

UVILLÉ. — Sur l'âge du calcaire de Château-Landon. 52

UGY. — Réplique à la note de M. Piette sur le Lias (*Bull.*, t. XXVII, p. 602). 55

ARCOU. — Stries glaciaires dans le département du Jura. 59

UNER. — Note sur les Nodules phosphatés de la Perte du Rhône. . 62

UBRÉE. — Observations sur la communication précédente. 72

LESSE. — Idem. 74

IAPER. — Idem. 75

GERVAIS. — Rectification d'une erreur typographique commise à la p. 530 de la *Zoologie et Paléontologie françaises*, à propos du *Pachystetes gregatus*, Aymard. 75

DIEULAFAIT. — Extension, en Provence, de la grande oolithe et de sa partie supérieure en particulier. 76

ÉBERT. — Observations sur la communication précédente. 80

DIEULAFAIT. — Note sur la *Rhynchonella peregrina* (d'Orb.), et Observations sur les calcaires à *Chama* et le Jura supérieur dans le midi de la France. 80

PARRAN. — Observations sur la communication précédente. 84
BAYAN. — Sur la présence du *Planorbis cornu* dans le calcaire de Château-Landon. 84
DELESSE. — Présentation d'un ouvrage de M. Ad. Boisse, sur la géologie du département de l'Aveyron. 85
DAUSSE. — Sur d'anciens niveaux du lac de Genève. 86
LE HIR. — Sur l'âge des roches fossilifères du nord du Finistère, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Chateaulin. . . . 87
E. COLLOMB. — Sur le diluvium de la vallée du Tarn. 92
H. COQUAND. — Sur les Bauxites de la chaîne des Alpines (Bouches-du-Rhône) et leur âge géologique. 98
N. DE MERCEY. — Sur le Muschelkalk d'Hyères (Var). 115
P. GERVAIS.— Sur la découverte de nouvelles espèces de mammifères fossiles dans les Mauvaises terres du Nébraska. 117
Ch. GRAD. — Note sur les glaciers de l'ouest des États-Unis. . . . 121
Ch. MARTINS. — Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura Neuchâtelois. . . . . 13[illegible]
HÉBERT. — Le Néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes). . . . . 13[illegible]
PARRAN. — Observations sur la communication précédente. . . . . 17[illegible]
P. GERVAIS. — Sur les Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin (Bugey), qui sont conservés au Musée de Lyon. . . 17[illegible]
Paul GERVAIS. — Allocution à la Séance générale. . . . . 17[illegible]
E. SAUVAGE. — Note sur le gisement à poissons de Licata (Sicile). . 18[illegible]
LEVALLOIS. — Note sur le minerai de fer *en grains* ou minerai *pisiforme* (*Bohnerz* des Allemands). . . . . 18[illegible]
Ed. JANNETTAZ. — Observations sur la communication précédente (Note sur les minerais de fer pisolithique des environs de Paris). . 19[illegible]
G. COTTEAU. — Observations sur la communication de M. Levallois. . . 19[illegible]
GRUNER. — Idem. . . . . 20[illegible]
GRUNER. — Note sur les traces d'anciens glaciers au Mont-Dore (Auvergne). . . . . 20[illegible]
H. COQUAND. — Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes. 206
E. JOURDY. — Explication de la Carte géologique du Jura dôlois (Pl. I). 234
FARGE. — Sur un fragment d'os d'*Halitherium* portant des traces d'incisions (Pl. II). 265
GORCEIX. — Sur les bassins lacustres de l'Achaïe et de la Corinthie. . 269
E. JOURDY. — Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques des Monts-Jura 275
P. GERVAIS.— Note sur la collection des mammifères fossiles conservés au Musée Saint-Pierre, à Lyon. 299
DAUBRÉE. — Des terrains stratifiés, considérés au point de vue de l'origine des substances qui les constituent et du tribut que leur ont apporté les parties internes du globe. 305
DE CHANCOURTOIS. — Observations sur la communication précédente (Sur la corrélation directe des formations éruptives et des formations sédimentaires et sur les conséquences de cette corrélation, notamment sur les rapports de l'aragonite et des travertins). 363

FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE VINGT-HUITIÈME VOLUME

(DEUXIÈME SÉRIE)

Année 1870 à 1871

A

Ain (département de l'). Sur les Poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du Bugey, par M. P. Gervais, p. 10. = Note sur les Nodules phosphatés de la Perte du Rhône, par M. Gruner. Observations de MM. Daubrée, Delesse et Chaper, p. 62. = Sur les Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon, par M. P. Gervais, p. 171.

Alpes (*Basses*) (département des). Le Néocomien inférieur dans le midi de la France, par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.

Alpes (*Hautes*) (département des). Le Néocomien inférieur dans le midi de la France, par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.

Alpes (*Maritimes*) (département des). Sur le Klippenkalk des départements du Var et des —, par M. Coquand, p. 208.

Alpines. Sur les Bauxites de la chaîne des — (Bouches-du-Rhône), par M. Coquand, p. 98.

Auvergne. Note sur les traces d'anciens glaciers au Mont-Dore, par M. Gruner, p. 203.

Aveyron (département de l'). Présentation d'un ouvrage de M. A. Boisse, sur la géologie du —, par M. Delesse, p. 85.

B

Bauxites. Sur les — de la chaîne des Alpines (Bouches-du-Rhône), par M. Coquand, p. 98.

BAYAN. Sur la chute de deux obus à l'Ecole des Mines, p. 36. = Sur la présence du *Planorbis cornu* dans le calcaire de Château-Landon, p. 84.

Belmez. Aperçu géologique du bassin de — (Andalousie), par M. Parran. Observations de M. de Roys, p. 15.

Bibliographie, p. 5, 36, 39, 50, 51, 60, 85, 116, 119, 179, 265.

Bombardement de Paris. Sur la chute de deux obus à l'Ecole des Mines, par

M. Bayan, p. 36, et par M. de Chancourtois, p. 37.
Bouches-du-Rhône (département des). Sur les Bauxites de la chaîne des Alpines, par M. Coquand, p. 85. — Le Néocomien inférieur du midi de la France, par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.
Bugey. Sur les Poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du —, par M. P. Gervais, p. 10. = Sur les Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le —, qui sont conservés au Musée de Lyon, par M. P. Gervais, p. 171.

C

Cétacés. Note sur la Baleine dont on a trouvé des ossements à Paris, par M. P. Gervais. Observations de M. de Roys, p. 25. = Note sur la présence d'ossements de — dans le diluvium de la Seine, par M. de Roys. Observations de MM. de Billy et Gaudry, p. 33.
CHANCOURTOIS (DE). Observations sur une communication de M. Parran, tendant à faire ressortir le rôle des phénomènes d'émanation et, par suite, l'importance de la prise en considération des alignements géologiques dans l'étude des gîtes de combustibles, p. 31. = Sur la chute de deux obus à l'École des Mines, p. 37. = Rapports de la Géologie et de l'Ethnologie, p. 39. = Sur la corrélation directe des formations éruptives et des formations sédimentaires et sur les conséquences de cette corrélation, notamment sur les rapports de l'aragonite et des travertins (Observations sur une communication de M. Daubrée), p. 363.
CHAPER. Sur la formation des nodules de phosphate de chaux (Observations sur une communication de M. Gruner), p. 75.
Château-Landon (Seine-et-Marne). Sur l'âge du calcaire de —, par M. Douvillé, p. 52. = Sur la présence du *Planorbis cornu* dans le calcaire de —, par M. Bayan, p. 84.
COLLOMB (Ed.). Sur le diluvium de la vallée du Tarn, p. 92.
Commission de comptabilité. Rapport de la — sur les comptes de l'exercice 1870, par M. de Roys, p. 44.
Comptes du trésorier. Rapport de la Commission de comptabilité sur les — de l'exercice 1870, par M. de Roys, p. 44.
COQUAND (H.). Sur les Bauxites de la chaîne des Alpines (Bouches-du-Rhône), p. 98. = Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes, p. 208.
COTTEAU. Observations sur une communication de M. Levallois, relative au minerai de fer *en grains* ou minerai *pisiforme*, p. 199.

D

DAUBRÉE. Sur l'origine du phosphate de chaux (Observations sur une communication de M. Gruner), p. 72. = Des terrains stratifiés, considérés au point de vue de l'origine des substances qui les constituent et du tribut que leur ont apporté les parties internes du globe. Observations de M. de Chancourtois, p. 305.
DAUSSE. Sur d'anciens niveaux du lac de Genève, p. 86.
DELESSE. Présentation d'un ouvrage de M. Boisse, sur la géologie de l'Aveyron, p. 85. = Sur l'origine du phosphate de chaux (Observations sur une communication de M. Gruner), p. 74.
DIEULAFAIT (L.). Extension, en Provence, de la grande oolithe et de sa partie supérieure en particulier. Observations de M. Hébert, p. 76. = Note sur la *Rhynchonella peregrina* (d'Orb.), et Observations sur les calcaires à *Chama* et le Jura supérieur dans le midi de la France. Observations de M. Parran, p. 89.
DOUVILLÉ. Sur l'âge du calcaire de Château-Landon, p. 52.
Drôme (département de la). Le Néocomien inférieur dans le midi de la France, par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.

E

Espagne. Aperçu géologique du bassin de Belmez (Andalousie), par M. Parran. Observations de M. de Roys, p. 15.
États-Unis. Sur la découverte de nouvelles espèces de mammifères fossiles dans les Mauvaises terres du Nébraska par M. P. Gervais, p. 117. = Note sur les Glaciers de l'ouest des —, par M. Ch. Grad, p. 121.
Ethnologie. Rapports de la Géologie et de l' —, par M. de Chancourtois, p. 39.

F

FARGE. Sur un fragment d'os d'*Halitherium* portant des traces d'incisions (Pl. II). Observations de M. Belgrand, p. 265.
Finistère (département du). Sur l'âge des roches fossilifères du nord du —, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Châteaulin, par M. Le Hir, p. 87.
France. Note sur la *Rhynchonella peregrina* (d'Orb.), et Observations sur les calcaires à *Chama* et le Jura supérieur du midi de la —, par M. Dieulafait. Observations de M. Parran, p. 80. = Sur le Néocomien inférieur du midi de la — (Drôme et Basses-Alpes), par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.

G

Gard (département du). Sur les divers niveaux de matières combustibles et bitumineuses dans le —, par M. Parran. Observations de M. de Chancourtois, p. 29. = Sur le Néocomien inférieur du midi de la France, par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.
Genève. Sur d'anciens niveaux du lac de —, par M. Dausse, p. 86.
Géologie. Rapports de la — et de l'Ethnologie, par M. de Chancourtois, p. 39.
GERVAIS (Paul). Sur les Poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du Bugey, p. 10. = Sur les formes cérébrales des mammifères marsupiaux, édentés et carnivores, p. 14. = Note sur la Baleine dont on a trouvé des ossements dans Paris. Observations de M. de Roys, p. 25. = Rectification d'une erreur typographique commise à la p. 530 de la *Zoologie et Paléontologie françaises*, à propos du *Pachystetes gregatus*, Aymard, p. 75. = Sur la découverte de nouvelles espèces de mammifères fossiles dans les Mauvaises terres du Nébraska, p. 117. = Sur les Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon, p. 171. = Allocution à la séance générale, p. 172. = Note sur la collection des mammifères fossiles conservés au Musée Saint-Pierre, à Lyon, p. 299.
Glaciers. Stries glaciaires dans le département du Jura, par M. Marcou, p. 59. = Note sur les — de l'ouest des États-Unis, par M. Ch. Grad, p. 121. = Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois, par M. Martins. Observations de M. de Billy, p. 131. = Note sur les traces d'anciens — au Mont-Dore (Auvergne), par M. Gruner, p. 205.
GORCEIX. Sur les bassins lacustres de l'Achaïe et de la Corinthie, p. 269.
GRAD (Ch.). Note sur les glaciers de l'ouest des Etats-Unis, p. 121.
Grèce. Sur les bassins lacustres de l'Achaïe et de la Corinthie, par M. Gorceix, p. 269.
GRUNER (L.). Note sur les Nodules phosphatés de la Perte du Rhône. Observations de MM. Daubrée, Delesse et Chaper, p. 62. = Note sur les traces d'anciens glaciers au Mont Dore (Auvergne), p. 205. = Observations sur une communication de M. Levallois, relative au minerai de fer *en grains* ou minerai *pisiforme*, p. 200.

H

Halitherium. Sur un fragment d'os d'— portant des traces d'incisions, par M. Farge (Pl. II). Observations de M. Belgrand, p. 265.
HÉBERT (Ed.). Observations sur une communication de M. Dieulafait, relative à l'extension, en Provence, de la grande oolithe et de sa partie supérieure en particulier, p. 80. = Le Néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes), p. 187.
Hyères (Var). Sur le muschelkalk d'—, par M. N. de Mercey, p. 115.

J

JANNETTAZ. Note sur les minerais de fer pisolithique des environs de Paris (Observations sur une communication de M. Levallois), p. 197.
JOURDY (E.). Explication de la carte géologique du Jura dôlois (Pl. I), p. 234. = Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques des Monts-Jura, p. 275.
Jura (département du). Stries glaciaires dans le —, par M. Marcou, p. 59.
Jura. Sur l'origine glaciaire des tourbières du — neuchâtelois, par M. Ch. Martins. Observations de M. de Billy, p. 131. = Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques des Monts —, par M. E. Jourdy, p. 275.
Jura dôlois. Explication de la carte géologique du —, par M. E. Jourdy, (Pl. I), p. 234.

K

Klippenkalk. Sur le — des départements du Var et des Alpes-Maritimes, par M. H. Coquand, p. 208.

L

LE HIR. Sur l'âge des roches fossilifères du nord du Finistère, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Châteaulin, p. 87.
LEVALLOIS. Note sur le minerai de fer *en grains* ou minerai *pisiforme* (*Bohnerz* des Allemands). Observ. de MM. Jannettaz, Cotteau et Gruner, p. 183.
Lias. Réplique à la note de M. Piette sur le — (*Bull.*, 2e s., t. XXVII, p. 602), par M. Meugy, p. 55.
Licata. Note sur le gisement à poissons de — (Sicile), par M. H. E. Sauvage, p. 180.

M

MARCOU (J.). Stries glaciaires dans le département du Jura, p. 59.
MARTINS (Ch.). Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois. Observations de M. de Billy, p. 131.
Mammifères. Sur les formes cérébrales des — marsupiaux, édentés et carnivores, par M. P. Gervais, p. 114. = Sur la découverte de nouvelles espèces de — fossiles dans les Mauvaises terres du Nébraska, par M. P. Gervais, p. 117. = Note sur la collection des — fossiles conservés au Musée Saint-Pierre, à Lyon, par M. P. Gervais, p. 299.
Matières combustibles. Sur les divers niveaux des — et bitumineuses dans le département du Gard, par M. Parran, p. 29. = Observations sur cette communication, tendant à faire ressortir le rôle des phénomènes d'éma-

nation et, par suite, l'importance de la prise en considération des alignements géologiques dans l'étude des gites de combustibles, par M. de Chancourtois, p. 31.
MERCEY (N. de). Sur le Muschelkalk d'Hyères (Var), p. 115.
MEUGY. Réplique à la note de M. Piette sur le Lias (*Bull.*, 2e s., t. XXVII, p. 602), p. 85.
Minerai de fer en grains. Sur le — ou minerai *pisiforme* (*Bohnerz* des Allemands), par M. Levallois. Observations de MM. Jannettaz, Cotteau et Gruner, p. 183.

N

Nébraska. Sur la découverte de nouvelles espèces de mammifères fossiles dans les Mauvaises terres du —, par M. P. Gervais, p. 117.
Néocomien. Le — inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes), par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.

O

Oolithe (grande). Extension, en Provence, de la — et de sa partie supérieure en particulier, par M. [illegible]. Observations de M. Hébert, p. 74.

P

Paris. Sur la baleine dont on a trouvé des ossements dans —, par M. P. Gervais. Observations de M. de [illegible], p. 25. = Note sur les minerais de fer pisolithique des environs de — Observations sur une communication de M. Levallois, par M. Ed. Jannettaz, p. 137.
PARRAN. Aperçu géologique du massif de Bonnes (Autriche). Observations de M. de [illegible], p. 11. = Sur les divers minerais de matières combustibles et bitumineuses dans le département du Gard. Observations de M. de Chancourtois, p. 31. = Observations sur une communication de M. Hébert, relative au Néocomien inférieur dans le midi de la France, p. 137.
Pays de Bray. Note sur les Sections phosphatées de — par M. Gervais. Observations de MM. [illegible], Jannettaz et Cotteau, p. 42.
Plaquette de craie. Note sur les Sections phosphatées de la Pierre de Rainay, par M. Gervais. Observations de MM. [illegible], Jannettaz et Cotteau, p. 42.
Prairie. Sur un [illegible] par M. [illegible] sur les gisements [illegible] par M. [illegible], p. 11. = Note sur le gisement [illegible] par M. [illegible], p. 131.
Provence. Extension en — de la grande oolithe et de sa partie supérieure en particulier, par M. [illegible]. Observations de M. Hébert, p. 74.

R

Rencontre. Réponse aux observations de M. [illegible] (Bull., 2e s., t. XXVII, p. 608) sur l'âge d'une [illegible] des environs de —, par M. [illegible], p. 1.
Repère. Sur les — provisoires des [illegible] géographiques de Paris dans le Bassin qui [illegible] de Lyon, par M. [illegible], p. 37.
Rouen. Réponse aux observations de M. [illegible] (Bull., 2e s., t. XXVII, p. 608) sur l'âge d'une [illegible] des environs de —, par M. [illegible], p. 1. — Note sur le gisement [illegible] de Rouen, par M. [illegible], p. 37. — Rapport sur le concours [illegible] par M. [illegible], p. 37.

S

SAUVAGE (H.-E.) Note sur le gisement à poissons de Licata (Sicile), p. 180.
Seine. Note sur la présence d'ossements de cétacés dans le diluvium de la —, par M. de Roys. Observations de MM. de Billy et Gaudry, p. 33.
Sicile. Note sur le gisement à poissons de Licata, par M. H.-E. Sauvage, p. 180.

T

Tarn. Sur le diluvium de la vallée du —, par M. E. Collomb, p. 92.
Terrains. Des — stratifiés, considérés au point de vue de l'origine des substances qui les constituent et du tribut que leur ont apporté les parties internes du globe, par M. Daubrée. Observations de M. de Chancourtois, p. 305.
Terrain carbonifère. Aperçu géologique du bassin de Belmez (Andalousie), par M. Parran. Observations de M. de Roys, p. 15.
Terrain crétacé. Sur les Nodules phosphatés de la Perte du Rhône, par M. Gruner. Observations de MM. Delesse, Daubrée et Chaper, p. 62. = Note sur la *Rhynchonella peregrina* (d'Orb.), et Observations sur les calcaires à *Chama* et le Jura supérieur dans le midi de la France, par M. Dieulafait. Observations de M. Parran, p. 80. = Le Néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes), par M. Hébert. Observations de M. Parran, p. 137.
Terrain dévonien. Sur l'âge des roches fossilifères du nord du Finistère, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Châteaulin, par M. Le Hir, p. 87.
Terrain jurassique. Sur les poissons fossiles observés par M. V. Thiollière dans les gisements coralliens du Bugey, par M. P. Gervais, p. 10. = Réplique à la note de M. Piette sur le Lias (*Bull.*, 2e s., t. XXVII, p. 602), par M. Meugy, p. 55. = Extension, en Provence, de la grande oolithe et de sa partie supérieure en particulier, par M. Dieulafait. Observations de M. Hébert, p. 76. = Observations sur les calcaires à *Chama* et le Jura supérieur dans le midi de la France, par M. Dieulafait. Observations de M. Parran, p. 80. = Sur les Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon, par M. P. Gervais, p. 171. = Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes, par M. Coquand, p. 208. = Sur une nouvelle classification des terrains jurassiques des Monts-Jura, par M. E. Jourdy, p. 275.
Terrain quaternaire. Sur le diluvium de la vallée du Tarn, par M. E. Collomb, p. 92.
Terrain silurien. Sur l'âge des couches fossilifères du nord du Finistère, dans les arrondissements de Morlaix, Brest et Châteaulin, par M. Le Hir, p. 87.
Terrain tertiaire. Sur l'âge du calcaire de Château-Landon, par M. Douvillé, p. 52. = Sur la présence du *Planorbis cornu* dans le calcaire de Château-Landon, par M. Bayan, p. 84. = Note sur le minerai de fer en grains ou minerai *pisiforme* (*Bohnerz* des Allemands), par M. Levallois. Observations de MM. Jannettaz, Cotteau et Gruner, p. 183. = Sur les bassins lacustres de l'Achaïe et de la Corinthie, par M. Gorceix, p. 269.
Tourbières. Sur l'origine glaciaire des — du Jura neuchâtelois, par M. Ch. Martins. Observations de M. de Billy, p. 131.
Trias. Sur le Muschelkalk d'Hyères (Var), par M. N. de Mercey, p. 115.

V

Var (département du). Sur les Bauxites de la chaîne des Alpines et leur âge géologique, par M. Coquand, p. 98. = Sur le Muschelkalk d'Hyères, par M. N. de Mercey, p. 115. = Sur le Klippenkalk des départements du — et des Alpes-Maritimes, par M. Coquand, p. 208.

Y

Yonne (département de l'). Observations de M. Cotteau sur une communication de M. Levallois, relative au minerai de fer *en grains* ou minerai *pisiforme*, p. 199.

Liste des planches.

I, p. 244, E. Jourdy. — Carte géologique du Jura dôlois.
II, p. 268, Farge. — Os d'*Halitherium* portant des traces d'incisions.

ERRATA

Tome.	Page.	Ligne.	
XXIII	833,	3,	*au lieu de :* Prevosti, *lisez :* Brongniarti.
—	844,	22,	*au lieu de :* Prenaster, *lizez :* Macropneustes.
XXV	923, 29,	37,	*au lieu de :* Squatina, *lisez :* Squalina.
—	—	30,	*au lieu de:* Onyrhyna, *lisez :* Oxyrhina.
—	—	38,	*au lieu de :* Onyrhina, *lisez :* Oxyrhina.
—	—	—	*au lieu de :* Notidanus primigenus, *lisez :* Notidanus primigenius.
—	925,	26,	*au lieu de:* Halitherium serresia, *lisez*: Halitherium Serresi.
—	—	30,	*au lieu de :* Cauvieri, *lisez*: Cuvieri.
—	926,	16,	*au lieu de:* H. seriensis, *lisez* : H. ferrensis.
—	—	—	*après:* Auricula dentata,
—	—	17,	*après*: A. limbata *et* A. acuta,
—	—	19,	*après* : Paludina angulifera,
—	—	20,	*après :* Planorbis verticilloides,
—	—	22,	*après:* Cerithium gemmulatum, *ajoutez*: M. de S.
—	—	17,	*après:* A. myotis, *ajoutez* : Brocchi.
—	—	—	*au lieu de*: A. myosotis, affinis, M. de S., *lisez*: A. myosotis (affinis).
—	—	18,	*au lieu de*: Casichium, *lisez* : Carychium.
—	—	19,	*au lieu de :* P. impura, P. affinis, P. elongata, *lisez :* P. impura (affinis), P. elongata (affinis).
—	—	20,	*au lieu de* : Cyclostoma elegans, affinis ? M. de S., *lisez* : Cyclostoma elegans (affinis).
—	—	21,	*au lieu de* : Pavonacella, *lisez* : Parmacella.
—	927,	22,	*au lieu de*: Hiccinea, *lisez* : Succinea.
—	—	30,	*au lieu de* : R. toficola, Gerv., *lisez*: R. toficola, G. Planchon.
—	—	32,	*au lieu de*: Clematis veritalba, *lisez* : Clematis vitalba.
—	—	38,	*au lieu de* : Tubus, *lisez*: Rubus.
—	—	—	*au lieu de* : Montpellier, *lisez* : Montferrier.
—	928,	8,	*au lieu de* : Phillirea, *lisez* : Phillyrea.
—	—	14,	*effacez* : le troisième id.
—	—	20,	*au lieu de* : Fontconverse, Montfessier, *lisez*: Fontcouverte, Montferrier.
—	945,	10	de la note (1), *au lieu de* : Ostræa, *lisez* : Ostrea.
—	965,	42,	*au lieu de* : Falgaisas, *lisez* : Falgairas.
—	966,	11,	*id.* id. *id.* id.
—	967,	15,	*au lieu de* : Isarne, *lisez* : Izarne.
—	968,	19,	*au lieu de*: Caunet, *lisez* : Caunes.

	Page.	Ligne.	
	669,	6,	*au lieu de* : du genre Phacops, Marpes, *lisez* : des genres Phacops, Harpes.
	—	11,	*au lieu de* : Mal'olites, *lisez* : Heliolites.
	—	—	*effacez* : Cythophyllum.
	—	13,	*au lieu de* : brachyopodes, *lisez* : brachiopodes.
	979,	1	des notes, *au lieu de* : Gammals dans le Chaylard, *lisez* : Gammal et au Chaylard.
	985,	4,	*au lieu de* : par M. le 'professeur Ch. Martins, etc., *lisez* : par M. J. Michel, ingénieur des ponts et chaussées.
—	1006,	28,	*au lieu de* : Ch. Martins, *lisez* : J. Michel.
—	1012,	7,	en remontant, *au lieu de* : Ch. Martins, *lisez* : J. Michel.
—	*Errata*,		à la fin du volume, *au lieu de* : p 135, *lisez*, p. 137.
XXVI	102,	4,	*au lieu de* : route, *lisez* : voûte.
—	111,	1,	*au lieu de* : entaillée, *lisez* : enfaillée.
—	124,	14	à la fin, *au lieu de* : couches fossilifères, *lisez* : couches non fossilifères.
—	148,	15,	*au lieu de* : Sargas, *lisez* : Gargas.
—	—	35,	*au lieu de* : et à chaux, *lisez* : et à *Chama*.
—	150,	11,	*au lieu de* : Sargas, *lisez* : Gargas.
—	—	35,	*au lieu de* : Sarzallo, *lisez* : Gargallo.
—	151,	2,	*au lieu de* : Mesquinonia, *lisez* : Mesquinenza.
—	160,	1,	*au lieu de* : occupé, *lisez* : coupé.
—	169,	18,	*au lieu de* : Bénite, *lisez* : Béceite.
—	170,	38,	*au lieu de* : Olduona, *lisez* : Uldecona.
—	189,	11,	*au lieu de* : intérieure, *lisez* : inférieure.
—	191,	26,	*au lieu de* : ces créations, *lisez* : ses créations.
—	217,	10,	*au lieu de* : Chanezac, *lisez* : Chassezac.
—	224,	25,	*au lieu de* : sous la puissance, *lisez* : pour la puissance.
—	227,	6,	*au lieu de* : les plus communes, *lisez* : les plus connues.
—	—	15,	*au lieu de* : si du village, *lisez* : Si de ce dernier village.
—	—	25,	*au lieu de* : éparses sur le sol, *lisez* : épars sur le sol.
—	235,	2 et 3,	*Enlevez* : *Plicatula* de la 3e ligne et *remettez-le* : dans la seconde avant *nov. spec.*
—	241,	8,	*au lieu de* : pour passer, *lisez* : par passer.
—	245,	1,	*au lieu de* : la Jare, *lisez* : la Fare.
—	250,	18,	*au lieu de* : traversés par le roulage, *lisez* : usés par le roulage.
—	260,	14,	*au lieu de* : la couche, *lisez* : la contrée.
—	—	19,	*au lieu de* : à l'oblique, *lisez* : à l'*obliqua*.
—	268,	4,	*au lieu de* Oleinii, *lisez* : *Kleinii*.

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	357,	7,	*au lieu de* : Forêt de Slage, *lisez*: forêt de Ha
—	359,	24,	*au lieu de* : se termine par une couche, *lis* se termine à une couche.
—	534,	20,	*au lieu de* : *mantuense*, *lisez* : *marticense*.
—	541,	7,	*au lieu de* : la craie, *lisez* : la crau.
—	—	13,	*au lieu de* : sur la craie, *lisez* : sur la crau.
—	—	14,	*au lieu de* : et du limon, *lisez* : et pas limon,
—	—	15,	*au lieu de* : diverses crues, *lisez* : diver craux.
—	542,	2,	*au lieu de* : dans ses plus grands axes, *lis* dans un de ses plus grands axes.
—	549,	2,	*au lieu de* : applications, *lisez* : explications.
—	550,	10,	*au lieu de* : avait pu le réfracter, *lisez* : a pu se réfracter.
—	—	19,	*au lieu de* : aimable lit, *lisez* : ancien lit.
—	560,	41,	*au lieu de* : les fossiles sont ces, *lisez* : les siles sont les.
—	561,		Avant-dernière ligne de la note, *au lieu de* : ba *lisez* : Baux.
—	564,	7,	*au lieu de* : disposition, *lisez* : dispersion.
—	567,	6,	*au lieu de* : allègue, *lisez* : assigne.
—	574,	39,	*après* : subapennine, *ajoutez les mots om* qu'on doit soigneusement distinguer de qu'on...
—	582,	38,	*au lieu de* : confusion, *lisez* : confection.
—	668,	14,	En tête des observations présentées par M. per à la séance du 15 mars 1869, rétabl mention suivante :

Le Secrétaire donne lecture des observations suiva de MM. Chaper et Marcou, présentées à la fin de la séa précédente et communiquées dans l'intervalle à M. Hé

XXVI	682,	38,	*au lieu de* : mes lacs, *lisez* : nos lacs.
—	685,	4,	*au lieu de* : Riquewfrir, *lisez* : Riquewihr.
—	—	7,	*au lieu de* : extérieures au, *lisez* : ind dantes du.
—	686,	14,	*au lieu de* : racines joncées, *lisez* : racin joncées.
—	—	34,	*au lieu de* : des Scirpes, *lisez* : de Scirpes.
—	687,	28,	*au lieu de* : quartz, *lisez* : gneiss.
—	689,	11,	*au lieu de* : laissées, *lisez* : sciées.
—	691,	3,	*au lieu de* : Schusselamine , *lisez* : Sc lauine.

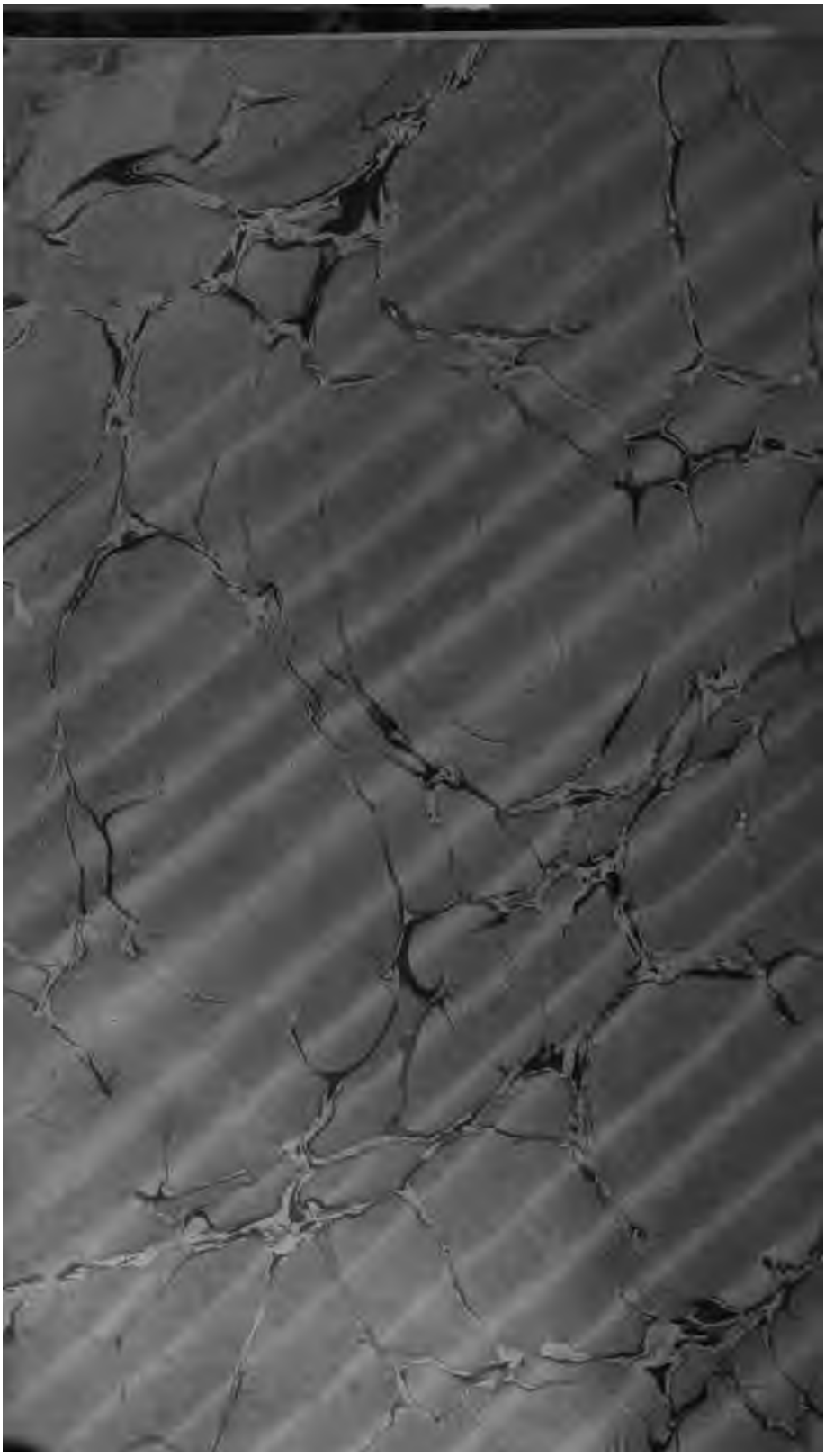
Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	692,	24,	*au lieu de* : Wetterhon, *lisez* : Wetterhorn.
—	756,	5,	*après* : sûreté, *mettez* : .
—	—	6,	*au lieu de* : à la base, *lisez* : A la base.
—	—	8,	*au lieu de* : ou rencontre, *lisez* : on rencontre.
—	757,	23,	*au lieu de* : Martini, *lisez* : Martins.
—	758,	5,	*après* : en ce moment, *ajoutez* : avec moi.
—	—	32,	*effacez* : et qui est encore incomplète.
—	—	33,	*au lieu de* : cette flore, *lisez* : cette dernière flore.
—	759,	27,	*au lieu de* : Gæpp., *lisez* : Gœpp.
—	760,	30,	*au lieu de* : de tous les, *lisez* : des.
—	761,	21,	*au lieu de* : Gæpp., *lisez* : Gœpp.
—	762,	15,	*au lieu de* : sont, *lisez* : soient.
—	763,	23,	*au lieu de* : Rexb., *lisez* : Roxb.
—	—	35,36,	*au lieu de* : Tener, *lisez* : Tenore.
—	764,	41,	*au lieu de* : Ræmeriana *et de* : Ræmerianus, *lisez* : Ræsneriana *et* : Ræsnerianus.
—	765,	1,	*au lieu de* : Eris, *lisez* : Eriz.
—	—	32,	*au lieu de* : Viburnum pseudo-tinus, nob., *lisez* : Viburnum tinus, L.
—	766,	14,	*au lieu de* : Lugdunensis, *lisez* : pliocenicum.
—	—	20,	*au lieu de* : sol des Indes, *lisez* : Sol., des Indes.
—	770,	39,	*au lieu de* : se montrent encore, *lisez* : se montrent.
—	913,	—	*après* la note de M. Tardy, *ajoutez* : M. Levallois ajoute quelques observations qui confirment, en leur donnant plus de précision, les rapprochements indiqués par M. Tardy.
—	926,	27,	*effacez* : M. Levallois... Tardy.
—	1062,	8,	*Devraient être mis en caractères* romains *et non en caractères* italiques : L. pyramidalis,
—	—	27,	L. symmetrica,
—	1063,	13,	Pl. Bouilleti.
—	1064,	11,	*au lieu de* : grands, *lisez* : grandes.
—	—	12,	*au lieu de* : une, *lisez* en.
—	—	30,	*au lieu de* : Cyproides, *lisez* : Cyprides.
—	—	31,	*au lieu de* : Expally, *lisez* : Espaly.
—	1066,	39,	*au lieu de* : presque, *lisez* : jusque.
—	1067,	13,	*au lieu de* : Trécarèse, *lisez* : Trévarèse.
—	1068,	24,39,	*au lieu de* : Wyst, *lisez* : Nyst.
—	—	41,	*au lieu de* : Wystia, *lisez* : Nystia.
—	1109,	5,	*au lieu de* : différente, *lisez* : peu différente.
—	1110,	18,	*au lieu de* : assises, *lisez* : cassures.
—	1114,	35,	*au lieu de* : par suite de la dureté, *lisez* : par suite, la dureté.
—	1115,	15,	*au lieu de* : très-réguliers, *lisez* : très-irréguliers.

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVI	1116,	12,	*au lieu de* : centre de Bar, *lisez* : cratère de Bar.
—	1118,	1,	*au lieu de* : de gneiss, *lisez* : du gneiss.
—	1122,	5,	*au lieu de* : par les plateaux, *lisez* : dans les plateaux.
—	1124,	39,	*au lieu de* Blavoisy, *lisez* : Blavosy.
—	1125,	3,	*au lieu de* : Anteyrac, *lisez* : Auteyrac.
—	—	29,	*au lieu de* : fleuve, *lisez* : flanc.
—	1127,	16,	*au lieu de* : 1100, quelquefois 1100, *lisez* : 1000, quelquefois 1100.
—	—	24,	*au lieu de* : de la vallée de Brioude qui forme *lisez* : dont la vallée de Brioude forme.
—	1128,	38,	*après* : ci-dessus, *ajoutez* : déduites.
—	1135,	8,	*au lieu de* : représente, *lisez* : présente.
—	1140,	24,	*au lieu de* : causes inhérentes, *lisez* : cause secondaires et non inhérentes.
—	1142,	13,	*au lieu de* : servent à l'entrée, *lisez* : serren l'entrée.
—	—	17,	*au lieu de* : qui le, *lisez* : qui les.
—	1143,	24,	*après* : figure, *ajoutez* : voisine.
—	1145,	8,	*au lieu de* : couvrant, *lisez* : couvrent.
—	—	42,	*au lieu de* : argiles, *lisez* : argileuses.
—	1146,	14,	*au lieu de* : pas, *lisez* : lieux.
—	—	33,	*au lieu de* : ou cristaux, *lisez* : en cristaux.
—	1157,	37,	*au lieu de* : pays, *lisez* : puys.
—	1159,	16,	*au lieu de* : Liangues, *lisez* : Siaugues.
—	1164,	18,	*au lieu de* : Breyne, *lisez* : Breysse.
XXVII	114,	17,	*au lieu de* : semicanaliculatus, *lisez* : unican liculatus.
—	226,	23,	*au lieu de* : courbe, *lisez* : combe.
—	245,	dernière,	*au lieu de* : calcaire marneux à *Am. arbu tigerus*, *lisez* : 1 calcaire, etc.
—	248,		La direction de la flèche au-dessus de la figu représentant le bloc erratique indique le se de la stratification.
—	248,	22,	*au lieu de* : seconde, *lisez* : première.
—	—	25,	*au lieu de* : la première, *lisez* : l'autre.
—	259,	6,	*au lieu de* : d'un glacier qui descendait, *lise* de glaciers qui en descendaient.
—	289,	26,	*au lieu de* : se retrouve à Autun, *lisez* : Nolay.
—	381,	9,	*au lieu de* : fossiles, *lisez* : fissiles.
—	—	12,	*au lieu de* : Bohners, *lizez* : Bohnerz.
—	387,	12,	*au lieu de* : Rocollaines, *lisez* : Recollaines.
—	—	14,	*au lieu de* : Sornetar, *lisez* : Sornetan.
—	—	—	*au lieu de* : Taellinger, *lisez* : Tüllingen.

Tome.	Page.	Ligne.	
XXVII	390,	Note (1)	*au lieu de* : Deukschriften, *lisez* : Denkschriften.
—	—	Note (2)	*au lieu de* : Zagerung, *lisez* : Lagerung.
—	—	—	*au lieu de* : Konigl, *lisez* : Kĕnigl.
—	—	Note (3)	*au lieu de* : Wintesthur, *lisez* : Winterthur.
—	—	Note (4)	*au lieu de* : Steinmark, *lisez* : Steiermark.
—	391,	2,	*au lieu de* : M. Boll, *lisez* : M. Rolle.
—	—	6,	*au lieu de* : Chauvonesi, *lisez* : Chauvanesi.
—	—	7,	*au lieu de* : Ceritioïdes, *lisez* : Cerithioïdes.
—	—	13,	*au lieu de* : hakeæfolias, *lisez* : hakeæfolia.
—	393,	27,	*au lieu de* : Ananchelum, *lisez* : Anenchelum.
—	396,	2,	*au lieu de* : Ehengensis, *lisez* : ehingensis.
—	—	8,	*au lieu de* : Berliaderiana, *lisez* : Berlanderiana.
—	397,	Tableau colonne 7,	*au lieu de* : Horheim, *lisez* : Hochheim.
—	—	—	*au lieu de* : Samlon, *lisez* : Samland.
—	—	—	*au lieu de* : Hoering, *lisez* : Haering.
—	—	colonne 8,	*au lieu de* : Itella, *lisez* : Stella.
—	449,	9	à partir du bas, *au lieu de* : terriaria, *lisez* : terziaria.
—	—	8	à partir du bas, *au lieu de* : Mliano, *lisez* : Milano.
—	450,	10,	*au lieu de* : polylocus, *lisez* : polyolcus.
—	460,	6,	*au lieu de* : Harpacto carcinus, *lisez* : Harpactocarcinus.
—	467,	7,	*au lieu de* : Delphinulascobina, *lisez* : Delphinula scobina.
—	471,	21,	*au lieu de* : glandifera, *lisez* : glandiformis.
—	—	30,	*au lieu de* : Rigno, *lisez* : Zigno.
—	472,	22,	*au lieu de* : préapline, *lisez* : préalpine.
—	473,	14,	*au lieu de* : Chiaron, *lisez* : Chiavon.
—	479,	2,	*au lieu de* : Brongn, *lisez* : Brug.
—	480,	7,	*effacez* : Faudon, CC.
XXVIII	44,	6,	*au lieu de* : de MM. Pellat et Marcou, *lisez* : de M. Pellat (attaché à la Délégation des ministères), et de M. Marcou.
—	45,	15,	*après* : absents de Paris, *ajoutez* : (M. Pellat, pour cause de service public).
—	55,	5,	*au lieu de* : XXVI, *lisez* : XXVII.
—	121,	31,	*au lieu de* : fournir, *lisez* : favoriser.
—	122,	14, 22, 26, 36,	*au lieu de* : Sharta, *lisez* : Shasta.
—	123,	6, 9, 21, 39,	*id.* id. *id.* id.
—	124,	38,	*id.* id. *id.* id.

PARIS. ÉDOUARD BLOT ET FILS AINÉ, IMPRIMEURS, RUE BLEUE, 7.

UNIV. OF MICHIGAN,
MAY 31 1912



UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03552 3565